

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

21.11.03

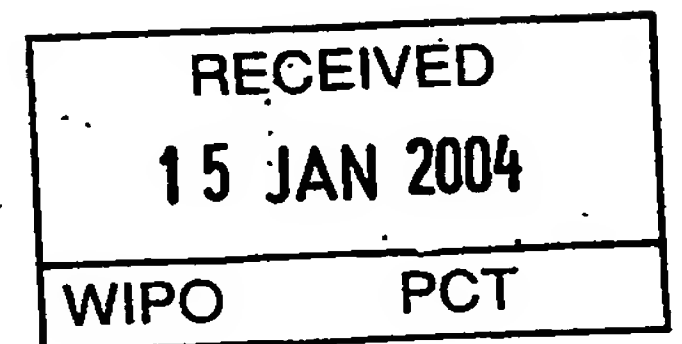
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 1月10日

出願番号
Application Number: 特願2003-004220
[ST. 10/C]: [JP2003-004220]

出願人
Applicant(s): トヨタ自動車株式会社

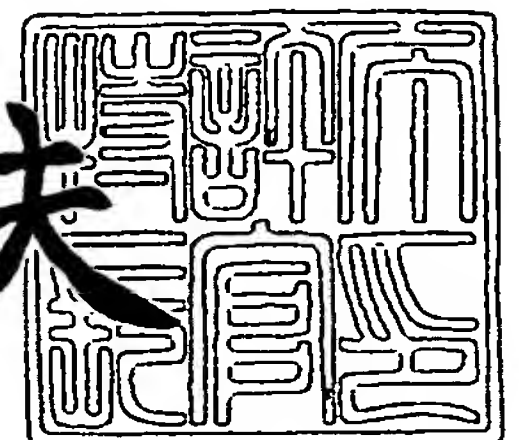


**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1 (c) OR (b)

2003年12月26日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 1021931

【提出日】 平成15年 1月10日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F02D 29/02
F02N 11/04

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 佐藤 栄次

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100064746

【弁理士】

【氏名又は名称】 深見 久郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100085132

【弁理士】

【氏名又は名称】 森田 俊雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100112715

【弁理士】

【氏名又は名称】 松山 隆夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100112852

【弁理士】

【氏名又は名称】 武藤 正

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008268

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0209333

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電圧変換装置、故障処理をコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体および故障処理方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 発電機能を有する電気負荷と、
前記電気負荷の入力側に接続されるコンデンサと、
前記コンデンサの電圧を降圧する降圧コンバータと、
前記降圧コンバータの故障時、前記電気負荷における発電を禁止し、または前記電気負荷による発電量を低下させるように前記電気負荷を制御する制御手段とを備える電圧変換装置。

【請求項 2】 前記降圧コンバータは、昇圧機能を有する、請求項 1 に記載の電圧変換装置。

【請求項 3】 前記電気負荷は、発電機能を有するモータであり、
前記制御手段は、前記降圧コンバータの故障時、前記モータによる回生発電機能を抑制する、請求項 1 または請求項 2 に記載の電圧変換装置。

【請求項 4】 前記制御手段は、前記モータによる回生発電を禁止する、請求項 3 に記載の電圧変換装置。

【請求項 5】 前記モータと異なるもう 1 つの電気負荷をさらに備え、
前記制御手段は、前記もう 1 つの電気負荷における消費電力よりも小さい値に前記モータによる回生発電量を抑制する、請求項 3 に記載の電圧変換装置。

【請求項 6】 発電機能を有する第 1 の電気負荷と、
前記第 1 の電気負荷の入力側に接続されるコンデンサと、
前記コンデンサの電圧を降圧する降圧コンバータと、
前記第 1 の電気負荷と異なる第 2 の電気負荷と、
前記降圧コンバータの故障時、前記第 2 の電気負荷における消費電力量が増大するように前記第 2 の電気負荷を制御する制御手段とを備える電圧変換装置。

【請求項 7】 前記第 2 の電気負荷は、モータであり、
前記制御手段は、正のトルクを出力するように前記モータを制御する、請求項 6 に記載の電圧変換装置。

【請求項 8】 電圧変換装置における故障処理をコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体であって、
前記電圧変換装置は、
発電機能を有する電気負荷と、
前記電気負荷の入力側に接続されるコンデンサと、
前記コンデンサの電圧を降圧する降圧コンバータとを備え、
前記プログラムは、
前記降圧コンバータの故障を検出する第 1 のステップと、
前記第 1 のステップにおいて前記降圧コンバータの故障が検出されると、前記電気負荷における発電を禁止し、または前記電気負荷による発電量を低下させるように前記電気負荷を制御する第 2 のステップとをコンピュータに実行させる、プログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項 9】 前記電気負荷は発電機能を有するモータであり、
前記第 2 のステップは、前記モータの回生発電機能を抑制する、請求項 8 に記載のコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項 10】 前記第 2 のステップは、前記モータの回生発電を禁止する、請求項 9 に記載のコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項 11】 前記電圧変換装置は、前記電気負荷と異なるもう 1 つの電気負荷をさらに備え、

前記プログラムの前記第 2 のステップは、前記もう 1 つの電気負荷における消費電力よりも小さい値に前記モータによる回生発電量を抑制する、請求項 9 に記載のコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項 12】 電圧変換装置における故障処理をコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体であって、

前記電圧変換装置は、
発電機能を有する第 1 の電気負荷と、

前記電気負荷の入力側に接続されるコンデンサと、
前記第 1 の電気負荷と異なる第 2 の電気負荷と、
前記コンデンサの電圧を降圧する降圧コンバータとを備え、
前記プログラムは、

前記降圧コンバータの故障を検出する第 1 のステップと、
前記第 1 のステップにおいて前記降圧コンバータの故障が検出されると、前記第 2 の電気負荷における消費電力量を増大させる第 2 のステップとをコンピュータに実行させる、プログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項 13】 前記第 2 の電気負荷はモータであり、

前記プログラムの前記第 2 のステップは、前記第 1 のステップにおいて前記降圧コンバータの故障が検出されると、正のトルクを出力するように前記モータを制御する、請求項 12 に記載のコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項 14】 電圧変換装置における故障処理方法であって、

前記電圧変換装置は、
発電機能を有する電気負荷と、
前記電気負荷の入力側に接続されるコンデンサと、
前記コンデンサの電圧を降圧する降圧コンバータとを備え、
前記故障処理方法は、
前記降圧コンバータの故障を検出する第 1 のステップと、
前記第 1 のステップにおいて前記降圧コンバータの故障が検出されると、前記電気負荷における発電を禁止し、または前記電気負荷による発電量を低下させるように前記電気負荷を制御する第 2 のステップとを含む、故障処理方法。

【請求項 15】 前記電気負荷は発電機能を有するモータであり、

前記第 2 のステップは、前記モータの回生発電機能を抑制する、請求項 14 に記載の故障処理方法。

【請求項 16】 前記第 2 のステップは、前記モータの回生発電を禁止する、請求項 15 に記載の故障処理方法。

【請求項 17】 前記電圧変換装置は、前記電気負荷と異なるもう 1 つの電

気負荷をさらに備え、

前記故障処理方法の前記第 2 のステップは、前記もう 1 つの電気負荷における消費電力よりも小さい値に前記モータによる回生発電量を抑制する、請求項 1 5 に記載の故障処理方法。

【請求項 1 8】 電圧変換装置における故障処理方法であって、
前記電圧変換装置は、
発電機能を有する第 1 の電気負荷と、
前記電気負荷の入力側に接続されるコンデンサと、
前記第 1 の電気負荷と異なる第 2 の電気負荷と、
前記コンデンサの電圧を降圧する降圧コンバータとを備え、
前記故障処理方法は、
前記降圧コンバータの故障を検出する第 1 のステップと、
前記第 1 のステップにおいて前記降圧コンバータの故障が検出されると、前記第 2 の電気負荷における消費電力量を増大させる第 2 のステップとを含む、故障処理方法。

【請求項 1 9】 前記第 2 の電気負荷はモータであり、
前記故障処理方法の前記第 2 のステップは、前記第 1 のステップにおいて前記降圧コンバータの故障が検出されると、正のトルクを出力するように前記モータを制御する、請求項 1 8 に記載の故障処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

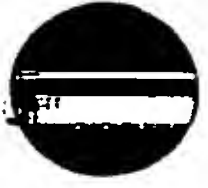
【発明の属する技術分野】

この発明は、直流電源からの直流電圧を出力電圧に変換する電圧変換器の故障処理が可能な電圧変換装置、故障処理をコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体および故障処理方法に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

最近、環境に配慮した自動車としてハイブリッド自動車 (H y b r i d V e



h i c l e) および電気自動車 (E l e c t r i c V e h i c l e) が大きな注目を集めている。そして、ハイブリッド自動車は、一部、実用化されている。

【0003】

このハイブリッド自動車は、従来のエンジンに加え、直流電源とインバータとインバータによって駆動されるモータとを動力源とする自動車である。つまり、エンジンを駆動することにより動力源を得るとともに、直流電源からの直流電圧をインバータによって交流に変換し、その変換した交流によりモータを回転することによって動力源を得るものである。また、電気自動車は、直流電源とインバータとインバータによって駆動されるモータとを動力源とする自動車である。

【0004】

このようなハイブリッド自動車または電気自動車においては、直流電源からの直流電圧を昇圧コンバータによって昇圧し、その昇圧した直流電圧をモータを駆動するインバータに供給することも提案されている。

【0005】

特開平2-308935号公報には、図13に示す電気装置300が開示されている。この電気装置300は、ハイブリッド自動車に搭載される。図13を参照して、電気装置300は、直流電源310と、バイパスライン311と、リレー312と、昇圧チョッパ320と、コンデンサ326と、インバータ330と、電気装置本体350と、界磁コントローラ360とを備える。

【0006】

バイパスライン311およびリレー312は、電源ラインと直流電源310の正極との間に直列に接続される。

【0007】

昇圧チョッパ320は、リアクトル321と、MOSトランジスタ322, 323と、ダイオード324, 325とを含む。リアクトル321の一方端は直流電源310の電源ラインに接続され、他方端はMOSトランジスタ322とMOSトランジスタ323との中間点に接続される。MOSトランジスタ322, 323は、電源ラインとアースラインとの間に直列に接続される。そして、MOSトランジスタ322のドレインは電源ラインに接続され、MOSトランジスタ3

23のソースはアースラインに接続される。また、各MOSトランジスタ322, 323のソースドレイン間には、ソース側からドレイン側へ電流を流すダイオード324, 325が配置されている。

【0008】

インバータ330は、U相アーム343と、V相アーム344と、W相アーム345とから成る。U相アーム343、V相アーム344、およびW相アーム345は、電源ラインとアースラインとの間に並列に設けられる。

【0009】

U相アーム343は、直列接続されたMOSトランジスタ331, 332から成り、V相アーム344は、直列接続されたMOSトランジスタ333, 334から成り、W相アーム345は、直列接続されたMOSトランジスタ335, 336から成る。また、各MOSトランジスタ331~336のソースドレイン間には、ソース側からドレイン側へ電流を流すダイオード337~342がそれぞれ接続されている。

【0010】

電気装置本体350は、3相のコイルを含み、エンジンに対して発電機およびモータとして機能する。そして、インバータ330の各相アームの中間点は、電気装置本体350の各相コイルの各相端に接続されている。U相コイルの他端がMOSトランジスタ331, 332の中間点に、V相コイルの他端がMOSトランジスタ333, 334の中間点に、W相コイルの他端がMOSトランジスタ335, 336の中間点にそれぞれ接続されている。

【0011】

界磁コントローラ360は、ダイオード361と、NPNトランジスタ362と、ベースアンプ363とを含む。ダイオード361は、電気装置本体350のフィールドコイルのプラス端子F+と、NPNトランジスタ362のコレクタとの間に接続される。NPNトランジスタ362は、フィールドコイルのマイナス端子F-と、アースラインとの間に接続され、ベースアンプ363からの電圧をベースに受ける。ベースアンプ363は、制御装置（図示せず）からの制御信号に応じて所定の電圧をNPNトランジスタ362のベースへ出力し、NPNトラ

ンジスタ 362 をオン／オフする。

【0012】

直流電源 310 は、直流電圧を出力する。リレー 312 が制御装置（図示せず）からの制御信号によってオンされると、バイパスライン 311 は、コンデンサ 326 の両端の電圧を直流電源 310 に供給する。昇圧チョッパ 320 は、制御装置（図示せず）によって MOS トランジスタ 322, 323 がオン／オフされ、直流電源 310 から供給された直流電圧を昇圧して出力電圧をインバータ 330 に供給する。また、昇圧チョッパ 320 は、電気装置 300 が搭載されたハイブリッド自動車の回生制動時、電気装置本体 350 によって発電され、インバータ 330 によって変換された直流電圧を降圧して直流電源 310 を充電する。

【0013】

コンデンサ 326 は、昇圧チョッパ 320 から供給された直流電圧を平滑化し、その平滑化した直流電圧をインバータ 330 へ供給する。

【0014】

インバータ 330 は、コンデンサ 326 から直流電圧が供給されると制御装置（図示せず）からの制御に基づいて直流電圧を交流電圧に変換して電気装置本体 350 を駆動モータとして駆動する。また、界磁コントローラ 360 は、NPN トランジスタ 362 がオンされた期間に応じてフィールドコイルに電流を流す。これにより、電気装置本体 350 は、トルク指令値によって指定されたトルクを発生するように駆動モータとして駆動される。また、インバータ 330 は、電気装置 300 が搭載されたハイブリッド自動車の回生制動時、電気装置本体 350 が発電した交流電圧を制御装置からの制御に基づいて直流電圧に変換し、その変換した直流電圧をコンデンサ 326 を介して昇圧チョッパ 320 へ供給する。

【0015】

電気装置 300 においては、昇圧チョッパ 320 の出力電圧が基準値よりも低くなることを検出することによって、昇圧チョッパ 320 の故障を検出する。そして、昇圧チョッパ 320 の故障が検出されると、リレー 312 は、制御装置からの制御信号によってオンされ、バイパスライン 311 は、コンデンサ 326 の両端の電圧を直流電源 310 に直接供給する。

【0016】

【特許文献1】

特開平2-308935号公報

【0017】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、特開平2-308935号公報に開示された電気装置300においては、昇圧チョッパ320が故障した場合、コンデンサ326の両端の電圧が降圧されずに直流電源310に供給されるため、電気装置本体350による発電量が多い場合には、コンデンサ326の両端に印加される電圧は高電圧になり、コンデンサ326の耐電圧性能を向上させる必要があり、高コスト化するという問題があった。

【0018】

そこで、この発明は、かかる問題を解決するためになされたものであり、その目的は、インバータの入力側に挿入されるコンデンサの耐電圧性能を向上させることなく、昇圧コンバータの故障処理が可能な電圧変換装置を提供することである。

【0019】

また、この発明の別の目的は、インバータの入力側に挿入されるコンデンサの耐電圧性能を向上させることなく、昇圧コンバータの故障処理が可能な故障処理方法を提供することである。

【0020】

さらに、この発明の別の目的は、インバータの入力側に挿入されるコンデンサの耐電圧性能を向上させることなく、昇圧コンバータの故障処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体を提供することである。

【0021】

【課題を解決するための手段および発明の効果】

この発明によれば、電圧変換装置は、電気負荷と、コンデンサと、降圧コンバータと、制御手段とを備える。電気負荷は、発電機能を有する。コンデンサは、

電気負荷の入力側に接続される。降圧コンバータは、コンデンサの電圧を降圧する。制御手段は、降圧コンバータの故障時、電気負荷における発電を禁止し、または電気負荷による発電量を低下させるように電気負荷を制御する。

【0022】

好ましくは、降圧コンバータは、昇圧機能を有する。

好ましくは、電気負荷は、発電機能を有するモータである。そして、制御手段は、降圧コンバータの故障時、モータによる回生発電機能を抑制する。

【0023】

好ましくは、制御手段は、モータによる回生発電を禁止する。

好ましくは、電圧変換装置は、もう1つの電気負荷をさらに備える。もう1つの電気負荷は、モータと異なる。そして、制御手段は、もう1つの電気負荷における消費電力よりも小さい値にモータによる回生発電量を抑制する。

【0024】

また、この発明によれば、電圧変換装置は、第1および第2の電気負荷と、コンデンサと、降圧コンバータと、制御手段とを備える。第1の電気負荷は、発電機能を有する。コンデンサは、第1の電気負荷の入力側に接続される。降圧コンバータは、コンデンサの電圧を降圧する。第2の電気負荷は、第1の電気負荷と異なる。制御手段は、降圧コンバータの故障時、第2の電気負荷における消費電力量が増大するように第2の電気負荷を制御する。

【0025】

好ましくは、第2の電気負荷は、モータである。そして、制御手段は、正のトルクを出力するようにモータを制御する。

【0026】

さらに、この発明によれば、電圧変換装置における故障処理をコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体は、発電機能を有する電気負荷と、電気負荷の入力側に接続されるコンデンサと、コンデンサの電圧を降圧する降圧コンバータとを備える電圧変換装置における故障処理をコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体であって、降圧コンバータの故障を検出する第1のステップと、第1のステ

ップにおいて降圧コンバータの故障が検出されると、電気負荷における発電を禁止し、または電気負荷による発電量を低下させるように電気負荷を制御する第2のステップとをコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体である。

【0027】

好ましくは、電気負荷は発電機能を有するモータである。そして、プログラムの第2のステップは、モータの回生発電機能を抑制する。

【0028】

好ましくは、プログラムの第2のステップは、モータの回生発電を禁止する。

好ましくは、電圧変換装置は、電気負荷と異なるもう1つの電気負荷をさらに備える。そして、プログラムの第2のステップは、もう1つの電気負荷における消費電力よりも小さい値にモータによる回生発電量を抑制する。

【0029】

さらに、この発明によれば、電圧変換装置における故障処理をコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体は、発電機能を有する第1の電気負荷と、電気負荷の入力側に接続されるコンデンサと、第1の電気負荷と異なる第2の電気負荷と、コンデンサの電圧を降圧する降圧コンバータとを備える電圧変換装置における故障処理をコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体であって、降圧コンバータの故障を検出する第1のステップと、第1のステップにおいて降圧コンバータの故障が検出されると、第2の電気負荷における消費電力量を増大させる第2のステップとをコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体である。

【0030】

好ましくは、第2の電気負荷はモータである。プログラムの第2のステップは、第1のステップにおいて降圧コンバータの故障が検出されると、正のトルクを出力するようにモータを制御する。

【0031】

さらに、この発明によれば、故障処理方法は、発電機能を有する電気負荷と、

電気負荷の入力側に接続されるコンデンサと、コンデンサの電圧を降圧する降圧コンバータとを備える電圧変換装置における故障処理方法であって、降圧コンバータの故障を検出する第1のステップと、第1のステップにおいて降圧コンバータの故障が検出されると、電気負荷における発電を禁止し、または電気負荷による発電量を低下させるように電気負荷を制御する第2のステップとを含む。

【0032】

好ましくは、電気負荷は発電機能を有するモータである。そして、第2のステップは、モータの回生発電機能を抑制する。

【0033】

好ましくは、第2のステップは、モータの回生発電を禁止する。

好ましくは、電圧変換装置は、電気負荷と異なるもう1つの電気負荷をさらに備える。そして、故障処理方法の第2のステップは、もう1つの電気負荷における消費電力よりも小さい値にモータによる回生発電量を抑制する。

【0034】

さらに、この発明によれば、故障処理方法は、発電機能を有する第1の電気負荷と、電気負荷の入力側に接続されるコンデンサと、第1の電気負荷と異なる第2の電気負荷と、コンデンサの電圧を降圧する降圧コンバータとを備える電圧変換装置における故障処理方法であって、降圧コンバータの故障を検出する第1のステップと、第1のステップにおいて降圧コンバータの故障が検出されると、第2の電気負荷における消費電力量を増大させる第2のステップとを含む。

【0035】

好ましくは、第2の電気負荷はモータである。故障処理方法の第2のステップは、第1のステップにおいて降圧コンバータの故障が検出されると、正のトルクを出力するようにモータを制御する。

【0036】

この発明においては、昇圧コンバータが故障すると、昇圧コンバータの出力側に接続された電気負荷における発電が禁止され、または電気負荷における発電量が抑制される。また、昇圧コンバータが故障すると、2つの電気負荷のうち、一方の電気負荷における発電量が他方の電気負荷における消費エネルギー以下にな

るように制御される。

【0037】

したがって、この発明によれば、昇圧コンバータが故障しても、電気負荷（第1および第2の電気負荷を含む）の入力側に接続されたコンデンサに耐電圧以上の電圧が印加されるのを防止できる。

【0038】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰返さない。

【0039】

〔実施の形態1〕

図1を参照して、この発明の実施の形態1による電圧変換装置100は、直流電源Bと、電圧センサー10、13と、システムリレーSR1、SR2と、コンデンサC1、C2と、昇圧コンバータ12と、インバータ14と、電流センサー24と、制御装置30と、交流モータM1とを備える。交流モータM1は、ハイブリッド自動車または電気自動車の駆動輪を駆動するためのトルクを発生するための駆動モータである。あるいは、このモータはエンジンにて駆動される発電機の機能を持つように、そして、エンジンに対して電動機として動作し、たとえば、エンジン始動を行ない得るようなものとしてハイブリッド自動車に組み込まれるようにしてもよい。

【0040】

昇圧コンバータ12は、リアクトルL1と、NPNトランジスタQ1、Q2と、ダイオードD1、D2とを含む。リアクトルL1の一方端は直流電源Bの電源ラインに接続され、他方端はNPNトランジスタQ1とNPNトランジスタQ2との中間点、すなわち、NPNトランジスタQ1のエミッタとNPNトランジスタQ2のコレクタとの間に接続される。NPNトランジスタQ1、Q2は、電源ラインとアースラインとの間に直列に接続される。そして、NPNトランジスタQ1のコレクタは電源ラインに接続され、NPNトランジスタQ2のエミッタはアースラインに接続される。また、各NPNトランジスタQ1、Q2のコレクタ

一エミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ電流を流すダイオードD 1, D 2が配置されている。

【0 0 4 1】

インバータ1 4は、U相アーム1 5と、V相アーム1 6と、W相アーム1 7とから成る。U相アーム1 5、V相アーム1 6、およびW相アーム1 7は、電源ラインとアースラインとの間に並列に設けられる。

【0 0 4 2】

U相アーム1 5は、直列接続されたNPNトランジスタQ 3, Q 4から成り、V相アーム1 6は、直列接続されたNPNトランジスタQ 5, Q 6から成り、W相アーム1 7は、直列接続されたNPNトランジスタQ 7, Q 8から成る。また、各NPNトランジスタQ 3～Q 8のコレクターエミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ電流を流すダイオードD 3～D 8がそれぞれ接続されている。

【0 0 4 3】

各相アームの中間点は、交流モータM 1の各相コイルの各相端に接続されている。すなわち、交流モータM 1は、3相の永久磁石モータであり、U, V, W相の3つのコイルの一端が中点に共通接続されて構成され、U相コイルの他端がNPNトランジスタQ 3, Q 4の中間点に、V相コイルの他端がNPNトランジスタQ 5, Q 6の中間点に、W相コイルの他端がNPNトランジスタQ 7, Q 8の中間点にそれぞれ接続されている。

【0 0 4 4】

直流電源Bは、ニッケル水素またはリチウムイオン等の二次電池から成る。電圧センサー1 0は、直流電源Bから出力される直流電圧V bを検出し、その検出した直流電圧V bを制御装置3 0へ出力する。システムリレーSR 1, SR 2は、制御装置3 0からの信号SEによりオン／オフされる。より具体的には、システムリレーSR 1, SR 2は、制御装置3 0からのH（論理ハイ）レベルの信号SEによりオンされ、制御装置3 0からのL（論理ロー）レベルの信号SEによりオフされる。

【0 0 4 5】

コンデンサC 1は、直流電源Bから供給された直流電圧V bを平滑化し、その

平滑化した直流電圧を昇圧コンバータ 12 へ供給する。

【0046】

昇圧コンバータ 12 は、コンデンサ C1 から供給された直流電圧を昇圧してインバータ 14 へ供給する。より具体的には、昇圧コンバータ 12 は、制御装置 30 から信号 PWMU を受けると、信号 PWMU によって NPN トランジスタ Q2 がオンされた期間に応じて直流電圧を昇圧してインバータ 14 に供給する。この場合、NPN トランジスタ Q1 は、信号 PWMU によってオフされている。また、昇圧コンバータ 12 は、制御装置 30 から信号 PWMD を受けると、コンデンサ C2 を介してインバータ 14 から供給された直流電圧を降圧して直流電源 B を充電する。

【0047】

コンデンサ C2 は、昇圧コンバータ 12 からの直流電圧を平滑化し、その平滑化した直流電圧をインバータ 14 へ供給する。電圧センサー 13 は、コンデンサ C2 の両端の電圧、すなわち、昇圧コンバータ 12 の出力電圧 V_m (インバータ 14 への入力電圧に相当する。以下同じ。) を検出し、その検出した出力電圧 V_m を制御装置 30 へ出力する。

【0048】

インバータ 14 は、コンデンサ C2 から直流電圧が供給されると制御装置 30 からの信号 PWMI1 に基づいて直流電圧を交流電圧に変換して正のトルクを出力するように交流モータ M1 を駆動する。また、インバータ 14 は、制御装置 30 からの信号 PWMI2 に基づいて直流電圧を交流電圧に変換してトルクが零になるように交流モータ M1 を駆動する。これにより、交流モータ M1 は、トルク指令値 TR によって指定された零または正のトルクを発生するように駆動される。

【0049】

さらに、インバータ 14 は、電圧変換装置 100 が搭載されたハイブリッド自動車または電気自動車の回生制動時、交流モータ M1 が発電した交流電圧を制御装置 30 からの信号 PWMI3 に基づいて直流電圧に変換し、その変換した直流電圧をコンデンサ C2 を介して昇圧コンバータ 12 へ供給する。なお、ここで言

う回生制動とは、ハイブリッド自動車または電気自動車を運転するドライバーによるフットブレーキ操作があった場合の回生発電を伴う制動や、フットブレーキを操作しないものの、走行中にアクセルペダルをオフすることで回生発電をさせながら車両を減速（または加速の中止）させることを含む。

【0050】

電流センサー 24 は、交流モータ M1 に流れるモータ電流 M C R T を検出し、その検出したモータ電流 M C R T を制御装置 30 へ出力する。

【0051】

制御装置 30 は、外部に設けられた E C U (E l e c t r i c a l C o n t r o l U n i t) から入力されたトルク指令値 T R およびモータ回転数 M R N 、電圧センサー 10 からの直流電圧 V b 、電圧センサー 13 からの出力電圧 V m および電流センサー 24 からのモータ電流 M C R T に基づいて、後述する方法により昇圧コンバータ 12 を駆動するための信号 P W M U とインバータ 14 を駆動するための信号 P W M I 1, 2 とを生成し、その生成した信号 P W M U および信号 P W M I 1, 2 をそれぞれ昇圧コンバータ 12 およびインバータ 14 へ出力する。

【0052】

信号 P W M U は、昇圧コンバータ 12 がコンデンサ C 1 からの直流電圧を出力電圧 V m に変換する場合に昇圧コンバータ 12 を駆動するための信号である。そして、制御装置 30 は、昇圧コンバータ 12 が直流電圧を出力電圧 V m に変換する場合に、出力電圧 V m をフィードバック制御し、出力電圧 V m が指令された電圧指令 V d c _ c o m になるように昇圧コンバータ 12 を駆動するための信号 P W M U を生成する。信号 P W M U の生成方法については後述する。

【0053】

また、制御装置 30 は、ハイブリッド自動車または電気自動車が回生制動モードに入ったことを示す信号 R G E を外部 E C U から受けると、交流モータ M1 で発電された交流電圧を直流電圧に変換するための信号 P W M I 3 を生成してインバータ 14 へ出力する。この場合、インバータ 14 の N P N トランジスタ Q 3 ~ Q 8 は信号 P W M I 3 によってスイッチング制御される。これにより、インバー

タ 14 は、交流モータ M1 で発電された交流電圧を直流電圧に変換して昇圧コンバータ 12 へ供給する。

【0054】

さらに、制御装置 30 は、ハイブリッド自動車または電気自動車が回生制動モードに入ったことを示す信号 RGE を外部 ECU から受けると、インバータ 14 から供給された直流電圧を降圧するための信号 PWM D を生成し、その生成した信号 PWM D を昇圧コンバータ 12 へ出力する。これにより、交流モータ M1 が発電した交流電圧は、直流電圧に変換され、降圧されて直流電源 B に供給される。

【0055】

さらに、制御装置 30 は、NPN トランジスタ Q1, Q2 をスイッチング制御するときのデューティ比、電圧センサー 10 からの直流電圧 Vb および電圧センサー 13 からの電圧 Vm に基づいて昇圧コンバータ 12 が故障したか否かを判定する。そして、制御装置 30 は、昇圧コンバータ 12 が故障していると判定したとき、外部 ECU から信号 RGE を受けると交流モータ M1 における回生発電を禁止するようにインバータ 14 を制御する。より具体的には、制御装置 30 は、昇圧コンバータ 12 が故障しているとき、回生制動モードにおいて正のトルクを出力するように交流モータ M1 を駆動するための信号 PWM I1 またはトルクが零になるように交流モータ M1 を駆動するための信号 PWM I2 を生成してインバータ 14 へ出力する。

【0056】

さらに、制御装置 30 は、システムリレー SR1, SR2 をオン／オフするための信号 SE を生成してシステムリレー SR1, SR2 へ出力する。

【0057】

図 2 は、制御装置 30 の機能ブロック図である。図 2 を参照して、制御装置 30 は、モータトルク制御手段 301 と、電圧変換制御手段 302 とを含む。モータトルク制御手段 301 は、トルク指令値 TR、直流電源 B の出力電圧 Vb、モータ電流 MCRT、モータ回転数 MRN および昇圧コンバータ 12 の出力電圧 Vm に基づいて、正のトルクを出力するように交流モータ M1 を駆動する時、後述

する方法により昇圧コンバータ 12 の NPN トランジスタ Q1, Q2 をオン／オフするための信号 PWMU と、インバータ 14 の NPN トランジスタ Q3～Q8 をオン／オフするための信号 PWMI1 とを生成し、その生成した信号 PWMU および信号 PWMI1 をそれぞれ昇圧コンバータ 12 およびインバータ 14 へ出力する。

【0058】

また、モータトルク制御手段 301 は、NPN トランジスタ Q1, Q2 をスイッチング制御するときのデューティ比および電圧 V_b , V_m に基づいて昇圧コンバータ 12 が故障したか否かを判定する。そして、モータトルク制御手段 301 は、昇圧コンバータ 12 が故障していると判定したとき、外部 ECU からの信号 RGE に応じて信号 EMG を生成して電圧変換制御手段 302 へ出力するとともに、正のトルクを出力するように交流モータ M1 を駆動するための信号 PWMI1 またはトルクが零になるように交流モータを駆動するための信号 PWMI2 を生成してインバータ 14 へ出力する。

【0059】

電圧変換制御手段 302 は、回生制動時、ハイブリッド自動車または電気自動車が回生制動モードに入ったことを示す信号 RGE を外部 ECU から受けると、交流モータ M1 が発電した交流電圧を直流電圧に変換するための信号 PWMI3 を生成してインバータ 14 へ出力する。

【0060】

また、電圧変換制御手段 302 は、回生制動時、信号 RGE を外部 ECU から受けると、インバータ 14 から供給された直流電圧を降圧するための信号 PWM D を生成して昇圧コンバータ 12 へ出力する。このように、昇圧コンバータ 12 は、直流電圧を降圧するための信号 PWM D により電圧を降下させることもできるので、双方向コンバータの機能を有するものである。

【0061】

さらに、電圧変換制御手段 302 は、モータトルク制御手段 301 から信号 EMG を受けると、信号 PWMI3 および信号 PWM D の生成を停止する。

【0062】

図3は、モータトルク制御手段301の機能ブロック図である。図3を参照して、モータトルク制御手段301は、モータ制御用相電圧演算部40と、インバータ用PWM信号変換部42と、インバータ入力電圧指令演算部50と、コンバータ用デューティ比演算部52と、コンバータ用PWM信号変換部54と、判定部56とを含む。

【0063】

モータ制御用相電圧演算部40は、昇圧コンバータ12の出力電圧 V_m 、すなわち、インバータ14への入力電圧を電圧センサー13から受け、交流モータM1の各相に流れるモータ電流MCR Tを電流センサー24から受け、トルク指令値TRを外部ECUから受け、信号DTE 1, 2を判定部56から受ける。そして、モータ制御用相電圧演算部40は、判定部56から信号DTE 1を受けたとき、トルク指令値TR、出力電圧 V_m およびモータ電流MCR Tに基づいて、交流モータM1の各相のコイルに印加する電圧を計算し、その計算した結果をインバータ用PWM信号変換部42へ供給する。

【0064】

また、モータ制御用相電圧演算部40は、判定部56から信号DTE 2を受けると、交流モータM1が零または正のトルクを出力するように、交流モータM1の各相のコイルに印加する電圧を計算し、その計算した結果をインバータ用PWM信号変換部42へ供給する。

【0065】

インバータ用PWM信号変換部42は、モータ制御用相電圧演算部40から受けた計算結果に基づいて、実際にインバータ14の各NPNトランジスタQ3～Q8をオン／オフする信号PWMI 1, 2を生成し、その生成した信号PWMI 1, 2をインバータ14の各NPNトランジスタQ3～Q8へ出力する。

【0066】

これにより、各NPNトランジスタQ3～Q8は、スイッチング制御され、交流モータM1が零または正のトルクを出すように交流モータM1の各相に流す電流を制御する。このようにして、モータ駆動電流が制御され、トルク指令値TRに応じたモータトルクが出力される。

【0067】

一方、インバータ入力電圧指令演算部50は、トルク指令値TRおよびモータ回転数MRNに基づいてインバータ入力電圧の最適値（目標値）、すなわち、電圧指令Vdc__comを演算し、その演算した電圧指令Vdc__comをコンバータ用デューティ比演算部52へ出力する。

【0068】

コンバータ用デューティ比演算部52は、電圧センサー10から出力された直流電圧Vb（「バッテリー電圧Vb」とも言う。）に基づいて、電圧センサー13からの電圧Vmを、インバータ入力電圧指令演算部50から出力される最適値に設定するためのデューティ比を演算する。そして、コンバータ用デューティ比演算部52は、演算したデューティ比をコンバータ用PWM信号変換部54および判定部56へ出力する。

【0069】

コンバータ用PWM信号変換部54は、コンバータ用デューティ比演算部52からのデューティ比に基づいて昇圧コンバータ12のNPNトランジスタQ1、Q2をオン／オフするための信号PWMUを生成し、その生成した信号PWMUを昇圧コンバータ12へ出力する。

【0070】

なお、昇圧コンバータ12の下側のNPNトランジスタQ2のオンデューティを大きくすることによりリアクトルL1における電力蓄積が大きくなるため、より高電圧の出力を得ることができる。一方、上側のNPNトランジスタQ1のオンデューティを大きくすることにより電源ラインの電圧が下がる。そこで、NPNトランジスタQ1、Q2のデューティ比を制御することで、電源ラインの電圧を直流電源Bの出力電圧以上の任意の電圧に制御可能である。

【0071】

判定部56は、電圧センサー10からのバッテリー電圧Vbと、電圧センサー13からの電圧Vmと、コンバータ用デューティ比演算部52からのデューティ比DRと、外部ECUからの信号RGEとを受ける。そして、判定部56は、バッテリー電圧Vbにデューティ比DRを乗算し、その乗算した乗算値APが電

圧センサー 1 3 からの電圧 V_m に一致するか否かを判定する。乗算値 AP が電圧 V_m に一致するとき、判定部 5 6 は、昇圧コンバータ 1 2 は正常であると判定し、信号 $DTE1$ を生成してモータ制御用相電圧演算部 4 0 へ出力する。また、乗算値 AP が電圧 V_m に不一致であるとき、判定部 5 6 は、昇圧コンバータ 1 2 は故障していると判定し、外部 ECU から信号 RGE を受けると信号 EMG および信号 $DTE2$ を生成してそれぞれ電圧変換制御手段 3 0 2 およびモータ制御用相電圧演算部 4 0 へ出力する。

【0 0 7 2】

図 4 は、実施の形態 1 における昇圧コンバータ 1 2 の故障処理の動作を説明するためのフローチャートである。図 4 を参照して、一連の動作が開始されると、判定部 5 6 は、電圧センサー 1 0 からのバッテリー電圧 V_b 、電圧センサー 1 3 からの電圧 V_m およびコンバータ用デューティ比演算部 5 2 からのデューティ比 DR に基づいて、上述した方法により昇圧コンバータ 1 2 の故障を検出する（ステップ $S10$ ）。そして、判定部 5 6 は、昇圧コンバータ 1 2 が故障したことを検出し、かつ、外部 ECU から信号 RGE を受けると、信号 EMG および信号 $DTE2$ を生成してそれぞれ電圧変換制御手段 3 0 2 およびモータトルク制御手段 3 0 1 へ出力する。

【0 0 7 3】

そうすると、電圧変換制御手段 3 0 2 は、信号 $PWMI3$ および信号 $PWMD$ の生成を停止する。また、モータ制御用相電圧演算部 4 0 は、判定部 5 6 からの信号 $DTE2$ に応じて、正のトルクを出力するように交流モータ $M1$ を駆動するための信号 $PWMI1$ またはトルクが零になるように交流モータ $M1$ を駆動するための信号 $PWMI2$ を生成するときの各相コイルに印加する電圧を演算し、その演算結果をインバータ用 PWM 信号変換部 4 2 へ出力する。

【0 0 7 4】

インバータ用 PWM 信号変換部 4 2 は、モータ制御用相電圧演算部 4 0 からの演算結果に基づいて信号 $PWMI1$ または信号 $PWMI2$ を生成してインバータ 1 4 へ出力する。インバータ 1 4 は、インバータ用 PWM 信号変換部 4 2 からの信号 $PWMI1$ または信号 $PWMI2$ に応じて、零または正のトルクを出力する

ように交流モータ M1 を駆動し、回生発電が禁止される（ステップ S20）。そして、一連の動作が終了する。

【0075】

これにより、昇圧コンバータ 12 が故障したとき、外部 ECU から回生発電を指示する信号 RGE が制御装置 30 へ入力されても、交流モータ M1 における回生発電が禁止され、コンデンサ C2 に耐圧以上の直流電圧が印加されるのを防止できる。

【0076】

なお、昇圧コンバータ 12 が故障したとき、交流モータ M1 における回生発電を禁止するためにインバータ 14 を停止することも想定されるが、外部 ECU から正のトルクを出力するためのトルク指令値 TR が入力されたとき、指令されたトルクを直ちに出力できるようにするために交流モータ M1 の駆動を継続しながら回生発電を禁止することにしたものである。

【0077】

再び、図 1 を参照して、電圧変換装置 100 における動作について説明する。制御装置 30 は、外部 ECU からトルク指令値 TR が入力されると、システムリレー SR1, SR2 をオンするための Hレベルの信号 SE を生成してシステムリレー SR1, SR2 へ出力するとともに、交流モータ M1 がトルク指令値 TR を発生するように昇圧コンバータ 12 およびインバータ 14 を制御するための信号 PWMU および信号 PWMI1 を生成してそれぞれ昇圧コンバータ 12 およびインバータ 14 へ出力する。

【0078】

そして、直流電源 B は直流電圧 Vb を出力し、システムリレー SR1, SR2 は直流電圧 Vb をコンデンサ C1 へ供給する。コンデンサ C1 は、供給された直流電圧 Vb を平滑化し、その平滑化した直流電圧を昇圧コンバータ 12 へ供給する。

【0079】

そうすると、昇圧コンバータ 12 の NPN トランジスタ Q1, Q2 は、制御装置 30 からの信号 PWMU に応じてオン／オフされ、直流電圧 Vb を出力電圧 V

mに変換してインバータ14に供給する。電圧センサー13は、コンデンサC2の両端の電圧である出力電圧 V_m を検出し、その検出した出力電圧 V_m を制御装置30へ出力する。コンデンサC2は、昇圧コンバータ12の出力電圧 V_m を平滑化してインバータ14へ供給する。

【0080】

インバータ14のNPNトランジスタQ3～Q8は、制御装置30からの信号PWMI1に従ってオン／オフされ、インバータ14は、直流電圧を交流電圧に変換し、トルク指令値TRによって指定されたトルクを交流モータM1が発生するように交流モータM1のU相、V相、W相の各相に所定の交流電流を流す。これにより、交流モータM1は、トルク指令値TRによって指定されたトルクを発生する。

【0081】

電圧変換装置100が搭載されたハイブリッド自動車または電気自動車が回生制動モードになった場合、制御装置30は、回生制動モードになったことを示す信号RGEを外部ECUから受け、信号PWMI3および信号PWMDを生成してそれぞれインバータ14および昇圧コンバータ12へ出力する。

【0082】

交流モータM1は、交流電圧を発電し、その発電した交流電圧をインバータ14へ供給する。そして、インバータ14は、制御装置30からの信号PWMI3に従って、交流電圧を直流電圧に変換し、その変換した直流電圧をコンデンサC2を介して昇圧コンバータ12へ供給する。

【0083】

昇圧コンバータ12は、制御装置30からの信号PWMDに従って直流電圧を降圧して直流電源Bに供給し、直流電源Bを充電する。

【0084】

そして、制御装置30は、上述した方法によって、直流電圧 V_b 、電圧 V_m およびNPNトランジスタQ1、Q2をスイッチング制御するときのデューティ比DRに基づいて昇圧コンバータ12が故障しているか否かを判定し、昇圧コンバータ12が故障しているとき回生制動モードにおいて交流モータM1の回生発

電を禁止するようにインバータ 14 を制御する。

【0085】

このように、電圧変換装置 100 においては、昇圧コンバータ 12 が故障した場合、回生制動モードにおける交流モータ M1 の回生発電が禁止される。これにより、コンデンサ C2 に耐圧以上の電圧が印加されるのを防止できる。

【0086】

この発明による故障処理方法は、図 4 に示すフローチャートに従って昇圧コンバータ 12 の故障を検出し、回生発電を禁止する故障処理方法である。

【0087】

また、モータトルク制御手段 301 における故障処理の制御は、実際には CPU (Central Processing Unit) によって行なわれ、CPU は、図 4 に示すフローチャートの各ステップを備えるプログラムを ROM (Read Only Memory) から読出し、その読出したプログラムを実行して図 4 に示すフローチャートに従って昇圧コンバータ 12 の故障処理を制御する。したがって、ROM は、図 4 に示すフローチャートの各ステップを備えるプログラムを記録したコンピュータ (CPU) 読取り可能な記録媒体に相当する。

【0088】

なお、交流モータ M1 は、「電気負荷」を構成する。

また、「回生 (発電) を禁止すること」は、零または正のトルクを出力するように交流モータ M1 を駆動することを意味する。

【0089】

実施の形態 1 によれば、電圧変換装置は、昇圧コンバータが故障したとき交流モータの回生発電を禁止するように、インバータを制御する制御装置を備えるので、インバータの入力側に設けられたコンデンサに耐圧以上の電圧が印加されるのを防止できる。

【0090】

[実施の形態 2]

図 5 を参照して、実施の形態 2 による電圧変換装置 100A は、電圧変換装置

100の制御装置30を制御装置30Aに代え、整流器18、発電機G1および電流センサー25を追加したものであり、その他は電圧変換装置100と同じである。

【0091】

インバータ14および整流器18は、コンデンサC2の両端のノードN1、N2間に並列に接続される。また、発電機G1は、エンジン55に接続される。

【0092】

整流器18は、U相アーム19、V相アーム20およびW相アーム21から成る。U相アーム19、V相アーム20およびW相アーム21は、電源ラインとアースラインとの間に並列に接続される。U相アーム19は、直列接続されたダイオードD9、D10から成り、V相アーム20は、直列接続されたダイオードD11、D12から成り、W相アーム21は、直列接続されたダイオードD13、D14から成る。ダイオードD9とダイオードD10との中間点は発電機G1のU相コイルの端に接続され、ダイオードD11とダイオードD12との中間点は発電機G1のV相コイルの端に接続され、ダイオードD13とダイオードD14との中間点は発電機G1のW相コイルの端に接続される。

【0093】

整流器18は、発電機G1が発電した交流電圧を整流し、その整流した直流電圧をコンデンサC2を介して昇圧コンバータ12へ供給する。発電機G1は、ロータがエンジン55の回転動力により回転することにより交流電圧を発電し、その発電した交流電圧を整流器18へ供給する。

【0094】

電流センサー25は、発電機G1の各相に流れる発電機電流GCR Tを検出し、その検出した発電機電流GCR Tを制御装置30Aへ出力する。

【0095】

制御装置30Aは、インバータ14を駆動するための信号である信号PWMI 1～3のうち、信号PWMI 1および信号PWMI 3を生成してインバータ14へ出力する。信号PWMI 1、3の生成方法は、実施の形態1において説明したとおりである。

【0096】

また、制御装置 30A は、上述した方法により昇圧コンバータ 12 が故障していると判定したとき、外部 ECU からのアクセル開度 ACC およびモータ回転数 MRN に基づいて交流モータ M1 における消費エネルギー P_m を演算し、電圧センサー 13 からの電圧 V_m および電流センサー 25 からの発電機電流 GCR T に基づいて発電機 G1 における発電量 P_g を演算する。そして、制御装置 30A は、発電機 G1 における発電量 P_g が交流モータ M1 における消費エネルギー P_m 以下になるようにエンジン 55 の回転数を設定するための信号 RDN を生成してエンジン ECU 65 へ出力する。

【0097】

制御装置 30A は、その他、制御装置 30 と同じ機能を有する。

エンジン 55 は、エンジン ECU 65 により制御され、駆動輪を駆動するための所定のトルクを出力するとともに、回転動力を発電機 G1 に伝達する。エンジン ECU 65 は、エンジン 55 を制御する。そして、エンジン ECU 65 は、制御装置 30A から信号 RDN を受けるとエンジン 55 の回転数を保持または低下させる。

【0098】

図 6 を参照して、制御装置 30A は、制御装置 30 のモータトルク制御手段 301 をモータトルク制御手段 301A に代えたものであり、その他は、制御装置 30 と同じである。

【0099】

モータトルク制御手段 301A は、モータトルク制御手段 301 と同じ方法により信号 PWMU および信号 PWMI 1 を生成してそれぞれ昇圧コンバータ 12 およびインバータ 14 へ出力する。

【0100】

また、モータトルク制御手段 301A は、モータトルク制御手段 301 と同じ方法により昇圧コンバータ 12 が故障したか否かを判定する。そして、モータトルク制御手段 301A は、昇圧コンバータ 12 が故障していると判定したとき、アクセル開度 ACC およびモータ回転数 MRN に基づいて交流モータ M1 の消費

エネルギー P_m を演算し、発電機電流 $GCR T$ および電圧 V_m に基づいて発電機 $G1$ における発電量 P_g を演算する。さらに、モータトルク制御手段 301A は、発電量 P_g が消費エネルギー P_m 以下になるようにエンジン 55 の回転数を設定するための信号 RDN を生成してエンジン $ECU65$ へ出力する。

【0101】

図7を参照して、モータトルク制御手段 301A は、モータトルク制御手段 301 の判定部 56 を判定部 56A に代え、演算部 58 および制御部 60 を追加したものであり、その他はモータトルク制御手段 301 と同じである。

【0102】

判定部 56A は、判定部 56 と同じ方法により昇圧コンバータ 12 が故障したか否かを判定し、昇圧コンバータ 12 が正常であると判定したとき信号 $DTE1$ を生成して制御部 60 へ出力する。また、判定部 56A は、昇圧コンバータ 12 が故障していると判定したとき信号 $DTE2$ を生成して制御部 60 へ出力する。

【0103】

演算部 58 は、外部 ECU からのアクセル開度 ACC およびモータ回転数 MRN に基づいて交流モータ $M1$ の消費エネルギー P_m を演算する。また、演算部 58 は、電圧センサー 13 からの電圧 V_m と、電流センサー 25 からの発電機電流 $GCR T$ とに基づいて発電機 $G1$ における発電量 P_g を演算する。そして、演算部 58 は、演算した消費エネルギー P_m および発電量 P_g を制御部 60 へ出力する。

【0104】

制御部 60 は、判定部 56A から信号 $DTE1$ を受けたとき、制御信号を生成しない。制御部 60 は、判定部 56A から信号 $DTE2$ を受けると、発電量 P_g が消費エネルギー P_m 以下になるようにエンジン 55 の回転数を設定するための信号 RDN を生成してエンジン $ECU65$ へ出力する。

【0105】

図8は、実施の形態2における昇圧コンバータ 12 の故障処理の動作を説明するためのフローチャートである。図8を参照して、一連の動作が開始されると、制御装置 30A の判定部 56A は、電圧センサー 10 からのバッテリー電圧 V_b 、

電圧センサー 13 からの電圧 V_m およびコンバータ用デューティ比演算部 52 からのデューティ比 DR に基づいて昇圧コンバータ 12 の故障を検出し、信号 $DTE2$ を生成して制御部 60 へ出力する（ステップ S10）。そして、演算部 58 は、外部 ECU からアクセル開度 ACC を受け（ステップ S11）、外部 ECU から車速、すなわち、モータ回転数 MRN を受ける（ステップ S12）。

【0106】

そうすると、演算部 58 は、交流モータ $M1$ が出力しているトルク T がアクセル開度 ACC に比例することを利用して、アクセル開度 ACC に基づいてトルク T を演算する。そして、演算部 58 は、演算したトルク T と、外部 ECU からのモータ回転数 MRN とに基づいて交流モータ $M1$ における消費エネルギー P_m を演算する（ステップ S13）。

【0107】

また、演算部 58 は、電圧センサー 13 からの電圧 V_m と、電流センサー 25 からの発電機電流 $GCR T$ とに基づいて発電機 $G1$ における発電量 P_g を演算する（ステップ S14）。そして、演算部 58 は、演算した消費エネルギー P_m および発電量 P_g を制御部 60 へ出力する。

【0108】

そうすると、制御部 60 は、判定部 56A からの信号 $DTE2$ に応じて、発電量 P_g が消費エネルギー P_m 以下になるようにエンジン 55 の回転数を設定するための信号 RDN を生成してエンジン ECU 65 へ出力する。すなわち、制御部 60 は、交流モータ $M1$ における消費エネルギー P_m を超えないように発電機 $G1$ における発電量 P_g に上限を設定して発電機 $G1$ を制御する。

【0109】

より詳細には、制御部 60 は、判定部 56A から信号 $DTE2$ を受けると、演算部 58 からの発電量 P_g を消費エネルギー P_m と比較する。そして、制御部 60 は、発電量 P_g が消費エネルギー P_m 以下であるとき、エンジン 55 の現在の回転数を保持するための信号 $RDN1$ を生成してエンジン ECU 65 へ出力し、発電量 P_g が消費エネルギー P_m よりも大きいとき、エンジン 55 の現在の回転数を低下させるための信号 $RDN2$ を生成してエンジン ECU 65 へ出力する。

したがって、信号 RDN は、信号 RDN1, 2 から成る。

【0110】

エンジン ECU 65 は、制御部 60 からの信号 RDN1 に応じて回転数を保持し、または制御部 60 からの信号 RDN2 に応じて回転数が低下するようにエンジン 55 を制御する。そして、エンジン 55 の回転数は、一定値に保持され、または低下する。これにより、発電機 G1 における発電量 P_g は、消費エネルギー P_m 以下に低下する（ステップ S15）。

【0111】

そして、発電機 G1 が発電した電力は、全て交流モータ M1 で消費され、コンデンサ C2 の両端に耐電圧以上の電圧が印加されるのを防止できる。

【0112】

再び、図 5 を参照して、電圧変換装置 100A における動作について説明する。制御装置 30A が昇圧コンバータ 12 およびインバータ 14 を駆動するための信号 PWMU および信号 PWMI1 を生成してそれぞれ昇圧コンバータ 12 およびインバータ 14 へ出力し、昇圧コンバータ 12 が直流電圧 V_b を出力電圧 V_m に昇圧し、インバータ 14 が交流モータ M1 を駆動するまでの動作は、実施の形態 1 において説明したとおりである。

【0113】

そして、発電機 G1 は、エンジン 55 の回転動力により発電し、その発電した交流電圧を整流器 18 へ供給する。整流器 18 は、交流電圧を整流して直流電圧をコンデンサ C2 に供給する。また、電流センサー 25 は、発電機電流 GCR T を検出して制御装置 30A へ出力する。

【0114】

制御装置 30A は、上述した方法により昇圧コンバータ 12 が故障しているかを判定し、昇圧コンバータ 12 が故障しているとき、さらに、交流モータ M1 の消費エネルギー P_m および発電機 G1 の発電量 P_g を演算する。そして、制御装置 30A は、発電量 P_g が消費エネルギー P_m 以下になるようにエンジン 55 の回転数を設定するための信号 RDN を生成してエンジン ECU 65 へ出力する。エンジン ECU 65 は、制御装置 30A からの信号 RDN に応じて、回転数

を保持し、または低下させてエンジン 55 を回転させる。これにより、発電機 G1 の発電量 P_g が交流モータ M1 の消費エネルギー P_m 以下になるように制御される。

【0115】

交流モータ M1 が回生制動モードになった場合、制御装置 30A は、信号 RGE を外部 ECU から受け、信号 PWMI3 および信号 PWMD を生成してそれぞれインバータ 14 および昇圧コンバータ 12 へ出力する。

【0116】

交流モータ M1 は、交流電圧を発電し、その発電した交流電圧をインバータ 14 へ供給する。そして、インバータ 14 は、制御装置 30A からの信号 PWMI3 に従って、交流電圧を直流電圧に変換し、その変換した直流電圧をコンデンサ C2 を介して昇圧コンバータ 12 へ供給する。

【0117】

昇圧コンバータ 12 は、制御装置 30A からの信号 PWMD に従って直流電圧を降圧して直流電源 B に供給し、直流電源 B を充電する。

【0118】

上述したように、電圧変換装置 100A においては、昇圧コンバータ 12 が故障した場合、発電機 G1 における発電量 P_g が交流モータ M1 における消費エネルギー P_m 以下になるように制御される。これにより、コンデンサ C2 に耐圧以上の電圧が印加されるのを防止できる。

【0119】

この発明による故障処理方法は、図 8 に示すフローチャートに従って昇圧コンバータ 12 の故障を検出し、発電機 G1 における発電量 P_g を交流モータ M1 における消費エネルギー P_m 以下に制御する故障処理方法である。

【0120】

また、モータトルク制御手段 301A における故障処理の制御は、実際には CPU によって行なわれ、CPU は、図 8 に示すフローチャートの各ステップを備えるプログラムを ROM から読出し、その読出したプログラムを実行して図 8 に示すフローチャートに従って昇圧コンバータ 12 の故障処理を制御する。したが

って、ROMは、図8に示すフローチャートの各ステップを備えるプログラムを記録したコンピュータ（CPU）読取り可能な記録媒体に相当する。

【0121】

その他は、実施の形態1と同じである。

実施の形態2によれば、電圧変換装置は、昇圧コンバータが故障したとき発電機の発電量が交流モータの消費エネルギー以下になるように制御する制御装置を備えるので、インバータの入力側に設けられたコンデンサに耐圧以上の電圧が印加されるのを防止できる。

【0122】

〔実施の形態3〕

図9を参照して、実施の形態3による電圧変換装置100Bは、電圧変換装置100Aの制御装置30Aを制御装置30Bに代え、整流器18をインバータ31に代え、発電機G1を交流モータM2に代え、電流センサー25を電流センサー28に代えたものであり、その他は電圧変換装置100Aと同じである。

【0123】

なお、電圧変換装置100Bにおいては、電流センサー24は、モータ電流MCRT1を検出して制御装置30Bへ出力する。また、交流モータM2は、エンジン55に接続される。さらに、コンデンサC2は、昇圧コンバータ12からの直流電圧をノードN1、N2を介して受け、その受けた直流電圧を平滑化してインバータ14のみならずインバータ31にも供給する。さらに、インバータ14は、制御装置30Bからの信号PWMI11に基づいてコンデンサC2からの直流電圧を交流電圧に変換して交流モータM1を駆動し、信号PWM13に基づいて交流モータM1が発電した交流電圧を直流電圧に変換する。

【0124】

インバータ31は、インバータ14と同じ構成から成る。そして、インバータ31は、制御装置30Bからの信号PWMI21に基づいて、コンデンサC2からの直流電圧を交流電圧に変換して交流モータM2を駆動し、信号PWMI23に基づいて交流モータM2が発電した交流電圧を直流電圧に変換する。電流センサー28は、交流モータM2の各相に流れるモータ電流MCRT2を検出し、そ

の検出したモータ電流MCRT2を制御装置30Bへ出力する。

【0125】

制御装置30Bは、直流電源Bから出力される直流電圧Vbを電圧センサー10から受け、モータ電流MCRT1、MCRT2をそれぞれ電流センサー24、28から受け、昇圧コンバータ12の出力電圧Vm（すなわち、インバータ14、31への入力電圧）を電圧センサー13から受け、トルク指令値TR1、TR2、モータ回転数MRN1、MRN2およびアクセル開度ACCを外部ECUから受ける。そして、制御装置30Bは、直流電圧Vb、出力電圧Vm、モータ電流MCRT1、トルク指令値TR1およびモータ回転数MRN1に基づいて、上述した方法によりインバータ14が交流モータM1を駆動するときにインバータ14のNPNトランジスタQ3～Q8をスイッチング制御するための信号PWMI11を生成し、その生成した信号PWMI11をインバータ14へ出力する。

【0126】

また、制御装置30Bは、直流電圧Vb、出力電圧Vm、モータ電流MCRT2、トルク指令値TR2およびモータ回転数MRN2に基づいて、上述した方法によりインバータ31が交流モータM2を駆動するときにインバータ31のNPNトランジスタQ3～Q8をスイッチング制御するための信号PWMI21を生成し、その生成した信号PWMI21をインバータ31へ出力する。

【0127】

さらに、制御装置30Bは、インバータ14または31が交流モータM1またはM2を駆動するとき、直流電圧Vb、出力電圧Vm、モータ電流MCRT1（またはMCRT2）、トルク指令値TR1（またはTR2）およびモータ回転数MRN1（またはMRN2）に基づいて、上述した方法により昇圧コンバータ12のNPNトランジスタQ1、Q2をスイッチング制御するための信号PWMUを生成して昇圧コンバータ12へ出力する。

【0128】

さらに、制御装置30Bは、回生制動時に交流モータM1が発電した交流電圧を直流電圧に変換するための信号PWM13、または交流モータM2が発電した交流電圧を直流電圧に変換するための信号PWM23を生成し、その生成した信

号PWM13または信号PWM23をそれぞれインバータ14またはインバータ31へ出力する。この場合、制御装置30Bは、インバータ14または31からの直流電圧を降圧して直流電源Bを充電するように昇圧コンバータ12を制御する信号PWMDを生成して昇圧コンバータ12へ出力する。

【0129】

さらに、制御装置30Bは、上述した方法によって昇圧コンバータ12が故障しているか否かを判定し、昇圧コンバータ12が故障しているとき、アクセル開度ACCおよびモータ回転数MRN1に基づいて交流モータM1におけるエネルギー P_m を演算する。そして、制御装置30Bは、演算したエネルギー P_m に基づいて、交流モータM1が力行モードにあるか回生モードにあるかを判定し、交流モータM1が力行モードにあるとき、演算したエネルギー P_m を消費エネルギー P_{m1} であると見做す。交流モータM1が力行モードにあるとき交流モータM2は回生モードにあるので、制御装置30Bは、交流モータM2の発電量 P_{g2} を演算し、実施の形態2で説明した方法により交流モータM2の発電量 P_{g2} が交流モータM1の消費エネルギー P_{m1} 以下になるように制御する。

【0130】

また、交流モータM1が回生モードにあるとき、制御装置30Bは、演算したエネルギー P_m を発電量 P_{g1} と見做し、信号CUTを生成してエンジンECU65へ出力し、エンジン55の燃料をカットするように制御するとともに、正のトルクを出力するように交流モータM2を制御する。そして、制御装置30Bは、交流モータM2の消費エネルギー P_{m2} を演算し、発電量 P_{g1} と消費エネルギー P_{m2} との和 $P_{g1} + P_{m2}$ が負であるとき、交流モータM1における発電量 P_{g1} が消費エネルギー P_{m2} 以下になるように交流モータM1を制御する。

【0131】

さらに、制御装置30Bは、システムリレーSR1, SR2をオン／オフするための信号SEを生成してシステムリレーSR1, SR2へ出力する。

【0132】

図10を参照して、制御装置30Bは、モータトルク制御手段301Bおよび電圧変換制御手段302Aを含む。モータトルク制御手段301Bは、モータ電

流MCRT1、トルク指令値TR1、モータ回転数MRN1、直流電圧Vbおよび電圧Vmに基づいて信号PWMI11を生成し、その生成した信号PWMI11をインバータ14へ出力する。また、モータトルク制御手段301Bは、モータ電流MCRT2、トルク指令値TR2、モータ回転数MRN2、直流電圧Vbおよび電圧Vmに基づいて信号PWMI21を生成し、その生成した信号PWMI21をインバータ31へ出力する。

【0133】

さらに、モータトルク制御手段301Bは、直流電圧Vb、電圧Vm、モータ電流MCRT1（またはMCRT2）、トルク指令値TR1（またはTR2）およびモータ回転数MRN1（またはMRN2）に基づいて、信号PWMUを生成し、その生成した信号PWMUを昇圧コンバータ12へ出力する。

【0134】

さらに、モータトルク制御手段301Bは、上述した方法によって昇圧コンバータ12が故障しているか否かを判定する。そして、モータトルク制御手段301Bは、昇圧コンバータ12が故障していると判定すると、アクセル開度ACCおよびモータ回転数MRN1に基づいて交流モータM1におけるエネルギーPmを演算し、その演算したエネルギーPmに基づいて交流モータM1が力行モードにあるか回生モードにあるかをさらに判定する。より具体的には、制御装置30Bは、演算したエネルギーPmが正のとき交流モータM1は力行モードにあると判定し、エネルギーPmが負であるとき交流モータM1は回生モードにあると判定する。

【0135】

そして、交流モータM1が力行モードにあるとき、モータトルク制御手段301Bは、電圧センサー13からの電圧Vmと電流センサー28からのモータ電流MCRT2とに基づいて交流モータM2における発電量Pg2を演算し、交流モータM2における発電量Pg2が交流モータM1における消費エネルギーPm1以下になるようにエンジン55の回転数を設定するための信号RDNを生成してエンジンECU65へ出力するとともに、信号RGE2を生成して電圧変換制御手段302Aへ出力する。

【0136】

一方、交流モータM1が回生モードにあるとき、モータトルク制御手段301Bは、エンジン55の燃料をカットするための信号CUTを生成してエンジンECU65へ出力し、信号RGE1を生成して電圧変換制御手段302Aへ出力し、交流モータM2が正のトルクを出力するための信号PWMI21を生成してインバータ31へ出力する。そして、モータトルク制御手段301Bは、交流モータM2における消費エネルギー P_{m2} を演算し、交流モータM1における発電量 P_{g1} と交流モータM2における消費エネルギー P_{m2} との和が負であるとき交流モータM1における発電量 P_{g1} が交流モータM2における消費エネルギー P_{m2} 以下になるように交流モータM1を制御する。また、モータトルク制御手段301Bは、発電量 P_{g1} と消費エネルギー P_{m2} との和が正であるとき交流モータM1、M2の現在の状態を保持する。

【0137】

電圧変換制御手段302Aは、電圧変換装置100Bが搭載されたハイブリッド自動車または電気自動車が回生制動モードに入ったことを示す信号RGEを外部ECUから受けると、信号PWM13、23および信号PWMDを生成し、その生成した信号PWM13、23をそれぞれインバータ14、31へ出力し、信号PWMDを昇圧コンバータ12へ出力する。

【0138】

また、電圧変換制御手段302Aは、モータトルク制御手段301Bから信号RGE1を受けると、交流モータM1の発電量 P_{g1} が交流モータM2の消費エネルギー P_{m2} 以下になるように制御するための信号PWMI13を生成してインバータ14へ出力する。

【0139】

さらに、電圧変換制御手段302Aは、モータトルク制御手段301Bから信号RGE2を受けると、交流モータM2の発電量 P_{g2} が交流モータM1の消費エネルギー P_{m1} 以下になるように制御するための信号PWMI23を生成してインバータ31へ出力する。

【0140】

図11を参照して、モータトルク制御手段301Bは、モータトルク制御手段301Aのモータ制御用相電圧演算部40をモータ制御用相電圧演算部40Aに代え、判定部56Aを判定部56Bに代え、演算部58を演算部58Aに代え、制御部60を制御部60Aに代えたものであり、その他は、モータトルク制御手段301Aと同じである。

【0141】

モータ制御用相電圧演算部40Aは、昇圧コンバータ12の出力電圧 V_m 、モータ電流 $MCRT1$ 、およびトルク指令値 $TR1$ に基づいて交流モータM1の各相に印加する電圧を演算し、出力電圧 V_m 、モータ電流 $MCRT2$ 、およびトルク指令値 $TR2$ に基づいて交流モータM2の各相に印加する電圧を演算する。そして、モータ制御用相電圧演算部40Aは、演算した交流モータM1またはM2用の電圧をインバータ用PWM信号変換部42へ出力する。

【0142】

また、モータ制御用相電圧演算部40Aは、制御部60Aからトルク指令値 TRE を受けると、トルク指令値 TRE 、出力電圧 V_m およびモータ電流 $MCRT2$ に基づいて交流モータM2の各相に印加する電圧を計算してインバータ用PWM信号変換部42へ出力する。

【0143】

インバータ用PWM信号変換部42は、モータ制御用相電圧演算部40Aから交流モータM1用の電圧を受けると、その受けた電圧に基づいて信号 $PWMI1$ を生成してインバータ14へ出力する。また、インバータ用PWM信号変換部42は、モータ制御用相電圧演算部40Aから交流モータM2用の電圧を受けると、その受けた電圧に基づいて信号 $PWMI21$ を生成してインバータ31へ出力する。

【0144】

インバータ入力電圧指令演算部50は、トルク指令値 $TR1$ およびモータ回転数 $MRN1$ （またはトルク指令値 $TR2$ およびモータ回転数 $MRN2$ ）に基づいて電圧指令 Vdc_com を演算し、その演算した電圧指令 Vdc_com をコンバータ用デューティ比演算部52へ出力する。

【0145】

判定部 56B は、電圧センサー 10 からのバッテリー電圧 V_b 、電圧センサー 13 からの出力電圧 V_m およびコンバータ用デューティ比演算部 52 からのデューティ比 DR に基づいて、上述した方法により昇圧コンバータ 12 が故障しているか否かを判定する。そして、判定部 56B は、昇圧コンバータ 12 が故障していると判定したとき、演算部 58A からのエネルギー P_m が正か負かを判定する。判定部 56B は、エネルギー P_m が正であるとき交流モータ M_1 が力行モードにあると判定し、エネルギー P_m を消費エネルギー P_{m1} と見做す。一方、エネルギー P_m が負であるとき、判定部 56B は、交流モータ M_1 が回生モードにあると判定し、エネルギー P_m を発電量 P_{g1} と見做す。

【0146】

また、判定部 56B は、交流モータ M_1 が力行モードにあるとき、交流モータ M_2 の発電量 P_{g2} を交流モータ M_1 の消費エネルギー P_{m1} 以下に制御すべきとの判定結果を示す信号 $DTE3$ を生成して制御部 60A へ出力する。

【0147】

さらに、判定部 56B は、交流モータ M_1 が回生モードにあるとき、エンジン 55 の燃料をカットすべきとの判定結果を示す信号 $DTE4$ を生成して制御部 60A へ出力する。

【0148】

さらに、判定部 56B は、信号 $DTE4$ を制御部 60A へ出力した後、交流モータ M_1 における発電量 P_{g1} と交流モータ M_2 における消費エネルギー P_{m2} との和 $P_{g1} + P_{m2}$ を演算部 58A から受け、その受けた和 $P_{g1} + P_{m2}$ が正か負かを判定する。そして、判定部 56B は、和 $P_{g1} + P_{m2}$ が負であるとき、交流モータ M_1 の発電量 P_{g1} を交流モータ M_2 の消費エネルギー P_{m2} 以下に制御すべきとの判定結果を示す信号 $DTE5$ を生成して制御部 60A へ出力する。

【0149】

さらに、判定部 56B は、和 $P_{g1} + P_{m2}$ が正であるとき、交流モータ M_1 、 M_2 の現在の状態を保持すべきとの判定結果を示す信号 $DTE6$ を生成して制

御部 60A へ出力する。

【0150】

演算部 58A は、外部 ECU からのアクセル開度 ACC に基づいて交流モータ M1 が出力しているトルク T を演算し、その演算したトルク T と外部 ECU からのモータ回転数 MRN1 とに基づいて交流モータ M1 におけるエネルギー P_m を演算して判定部 56B および制御部 60A へ出力する。

【0151】

また、演算部 58A は、電圧センサー 13 からの出力電圧 V_m と電流センサー 28 からのモータ電流 $MCR T_2$ とに基づいて交流モータ M2 における発電量 P_{g2} を演算し、その演算した発電量 P_{g2} を制御部 60A へ出力する。

【0152】

さらに、演算部 56B は、制御部 60A からトルク指令値 TRE を受けると、トルク指令値 TRE と外部 ECU からのモータ回転数 MRN2 とに基づいて交流モータ M2 の消費エネルギー P_{m2} を演算し、その演算した消費エネルギー P_{m2} を制御部 60A へ出力する。そして、演算部 58A は、交流モータ M1 におけるエネルギー P_m と消費エネルギー P_{m2} との和を交流モータ M1 における発電量 P_{g1} と消費エネルギー P_{m2} との和として演算し、その演算した和 $P_{g1} + P_{m2}$ を判定部 58A へ出力する。

【0153】

制御部 60A は、判定部 56B からの信号 DTE3 に応じて、演算部 58A からのエネルギー P_m を交流モータ M1 の消費エネルギー P_{m1} と見做し、演算部 58A からの発電量 P_{g2} を消費エネルギー P_{m1} と比較する。そして、制御部 60A は、発電量 P_{g2} が消費エネルギー P_{m1} 以下になるようにエンジン 55 の回転数を設定するための信号 RDN ($RDN1, 2$ から成る。) を生成してエンジン ECU 65 へ出力する。より具体的には、制御部 60A は、発電量 P_{g2} が消費エネルギー P_{m1} 以下であるとき、エンジン 55 の現在の回転数を保持するための信号 RDN1 を生成してエンジン ECU 65 へ出力し、発電量 P_{g2} が消費エネルギー P_{m1} よりも大きいとき、発電量 P_{g2} が消費エネルギー P_{m1} 以下になるようにエンジン 55 の現在の回転数を低下させるための信号 RDN2

を生成してエンジン ECU 65 へ出力する。そして、制御部 60 A は、さらに、信号 RGE 2 を生成して電圧変換制御手段 302 A へ出力する。

【0154】

また、制御部 60 A は、判定部 56 B からの信号 DTE 4 に応じて信号 CUT とトルク指令値 TRE とを生成し、信号 CUT をエンジン ECU 65 へ出力し、トルク指令値 TRE をモータ制御用相電圧演算部 40 A へ出力する。トルク指令値 TRE は、エンジン 55 の回転数を維持または上昇させるように交流モータ M2 が出力すべき正のトルクを指定するための指令値である。

【0155】

さらに、制御部 60 A は、判定部 56 B からの信号 DTE 5 に応じて、演算部 58 A からのエネルギー Pm を交流モータ M1 における発電量 Pg1 と見做し、発電量 Pg1 を演算部 58 A からの消費エネルギー Pm2 と比較する。そして、制御部 60 A は、発電量 Pg1 が消費エネルギー Pm2 以下になるように交流モータ M1 からの回生量を制限するための信号 RGE 1 を生成して電圧変換制御手段 302 A へ出力する。

【0156】

さらに、制御部 60 A は、判定部 56 B から信号 DTE 6 を受けると制御信号を何も生成しない。これにより、交流モータ M1, M2 は、現在の状態が保持される。

【0157】

図 12 は、実施の形態 3 における昇圧コンバータ 12 の故障処理の動作を説明するためのフローチャートである。図 12 に示すフローチャートは、図 8 に示すフローチャートにステップ S16 ~ S19, S21, S22 を追加したものであり、その他は、図 8 に示すフローチャートと同じである。図 12 に示すフローチャートにおいては、ステップ S16 は、ステップ S13 とステップ S14 との間に挿入され、ステップ S14, S15 は、ステップ S16 において「No」と判定されたときに実行される。

【0158】

図 12 を参照して、一連の動作が開始されると、上述したようにステップ S1

0～S13が実行される。ステップS13の後、判定部56Bは、演算部58Aから受けたエネルギー P_m が正か負かを判定する（ステップS16）。そして、判定部56Bは、エネルギー P_m が正であると判定したとき、交流モータM1は力行モードにあると判定する。そして、上述したステップS14、S15が実行され、交流モータM2における発電量 P_{g2} が交流モータM1における消費エネルギー P_{m1} 以下になるように制御される。

【0159】

より具体的には、判定部56Bは、信号DTE3を生成して制御部60Aへ出力する。制御部60Aは、判定部56Bからの信号DTE3に応じて演算部58Aからのエネルギー P_m を交流モータM1における消費エネルギー P_{m1} と見做す。また、演算部58Aは、電圧センサー13からの電圧 V_m と電流センサー28からのモータ電流MCRT2とに基づいて交流モータM2における発電量 P_{g2} を演算し（ステップS14）、その演算した発電量 P_{g2} を制御部60Aへ出力する。制御部60Aは、演算部58Aからの発電量 P_{g2} を消費エネルギー P_{m1} と比較し、発電量 P_{g2} が消費エネルギー P_{m1} 以下になるようにエンジン55の回転数を設定するための信号RDNを生成してエンジンECU65へ出力し、信号RGE2を生成して電圧変換制御手段302Aへ出力する。そして、エンジンECU65は、制御部60Aからの信号RDNに応じてエンジン55の回転数を発電量 P_{g2} が消費エネルギー P_{m1} 以下になる回転数に設定する。これにより、交流モータM2は、消費エネルギー P_{m1} 以下の電力を発電する。また、電圧変換制御手段302Aは、制御部60Aからの信号RGE2に応じて信号PWMI23を生成してインバータ31へ出力する。インバータ31のNPNトランジスタQ3～Q8は、信号PWMI23に応じてオン／オフされ、交流モータM2により発電された交流電圧を直流電圧に変換する（ステップS15）。

【0160】

一方、ステップS16においてエネルギー P_m が負であると判定されたとき、判定部56Bは、交流モータM1は回生モードにあると判定し、信号DTE4を生成して制御部60Aへ出力する。そして、制御部60Aは、判定部56Bからの信号DTE4に応じて、信号CUTを生成してエンジンECU65へ出力し、

トルク指令値 TRE を生成してモータ制御用相電圧演算部 40A および演算部 58A へ出力する。

【0161】

そうすると、エンジン ECU 65 は、信号 CUT に応じてエンジン 55 の燃料をカットする（ステップ S17）。また、モータ制御用相電圧演算部 40A は、制御部 60A からのトルク指令値 TRE と、電圧センサー 13 からの出力電圧 V_m と、電流センサー 28 からのモータ電流 $MCR T 2$ とに基づいて交流モータ M2 の各相に印加される電圧を演算し、その演算した電圧をインバータ用 PWM 信号変換部 42 へ出力する。そして、インバータ用 PWM 信号変換部 42 は、モータ制御用相電圧演算部 40A からの計算結果に基づいて、実際にインバータ 31 の各 NPN トランジスタ Q3 ~ Q8 をオン／オフする信号 $PWMI 2 1$ を生成し、その生成した信号 $PWMI 2 1$ をインバータ 31 の各 NPN トランジスタ Q3 ~ Q8 へ出力する。インバータ 31 の NPN トランジスタ Q3 ~ Q8 は、信号 $PWMI 2 1$ に応じてオン／オフされ、インバータ 31 は、正のトルクを出力するように交流モータ M2 を駆動する。これにより、交流モータ M2 は、正のトルクを出力し、エンジン 55 を所定回転数以上で回転する（ステップ S18）。

【0162】

一方、演算部 58A は、制御部 60A からトルク指令値 TRE を受けると、トルク指令値 TRE と外部 ECU からのモータ回転数 $MRN 2$ とに基づいて交流モータ M2 における消費エネルギー $Pm 2$ を演算し（ステップ S19）、さらに、ステップ S13 において演算したエネルギー Pm と消費エネルギー $Pm 2$ との和を交流モータ M1 における発電量 $Pg 1$ と消費エネルギー $Pm 2$ との和 $Pg 1 + Pm 2$ として演算して判定部 56B へ出力する。

【0163】

そうすると、判定部 56B は、和 $Pg 1 + Pm 2$ が正か負かを判定し（ステップ S21）、和 $Pg 1 + Pm 2$ が負であると判定したとき、信号 DTE 5 を生成して制御部 60A へ出力する。制御部 60A は、判定部 56B からの信号 DTE 5 に応じて、演算部 58A からのエネルギー Pm を交流モータ M1 における発電量 $Pg 1$ と見做し、発電量 $Pg 1$ を演算部 58A からの消費エネルギー $Pm 2$ と

比較する。そして、制御部 60A は、発電量 P_g1 が消費エネルギー P_m2 以下になるように交流モータ M1 からの回生量を制限するための信号 RGE1 を生成して電圧変換制御手段 302A へ出力する。

【0164】

電圧変換制御手段 302A は、制御部 60A からの信号 RGE1 に応じて、発電量 P_g1 を消費エネルギー P_m2 以下に制限するための信号 PWMI13 を生成してインバータ 14 へ出力する。インバータ 14 の NPN トランジスタ Q3 ~ Q8 は、信号 PWMI13 に応じてオン／オフされ、交流モータ M1 における発電量 P_g1 が交流モータ M2 における消費エネルギー P_m2 以下に制限される（ステップ S22）。

【0165】

一方、ステップ S21 において、和 $P_g1 + P_m2$ が正であると判定されると、判定部 56B は、信号 DTE6 を制御部 60A へ出力する。そして、制御部 60A は、判定部 56B から信号 DTE6 を受けると、制御信号を何も生成しない。これにより、交流モータ M1 は、ステップ S13 で演算されたエネルギー P_m に等しい発電量 P_g1 を発電し、交流モータ M2 は、ステップ S19 で演算された消費エネルギー P_m2 を消費する。つまり、交流モータ M1, M2 は、現在の状態に保持される。そして、一連の動作が終了する。

【0166】

図 9 に示すステップ S18 においては、交流モータ M1 が回生モードにある場合、正のトルクを出力するように交流モータ M2 を制御した。このように、実施の形態 3 においては、エンジン 55 に接続されない交流モータ M1 が回生モードにある場合、エンジン 55 に接続された交流モータ M2 を正のトルクを出力するように制御、すなわち、交流モータ M2 における消費エネルギーを増加させてコンデンサ C2 に耐電圧以上の電圧が印加されるのを防止することを特徴とする。

【0167】

再び、図 9 を参照して、電圧変換装置 100B における全体動作について説明する。全体動作が開始されると、制御装置 30B は、H レベルの信号 SE を生成してシステムリレー SR1, SR2 へ出力し、システムリレー SR1, SR2 が

オンされる。直流電源Bは直流電圧をシステムリレーSR1, SR2を介して昇圧コンバータ12へ出力する。

【0168】

電圧センサー10は、直流電源Bから出力される直流電圧Vbを検出し、その検出した直流電圧Vbを制御装置30Bへ出力する。また、電圧センサー13は、コンデンサC2の両端の電圧Vmを検出し、その検出した電圧Vmを制御装置30Bへ出力する。さらに、電流センサー24は、交流モータM1に流れるモータ電流MCRT1を検出して制御装置30Bへ出力し、電流センサー28は、交流モータM2に流れるモータ電流MCRT2を検出して制御装置30Bへ出力する。そして、制御装置30Bは、外部ECUからトルク指令値TR1, 2、およびモータ回転数MRN1, 2を受ける。

【0169】

そうすると、制御装置30Bは、直流電圧Vb、出力電圧Vm、モータ電流MCRT1、トルク指令値TR1およびモータ回転数MRN1に基づいて、上述した方法により信号PWMI11を生成し、その生成した信号PWMI11をインバータ14へ出力する。また、制御装置30Bは、直流電圧Vb、出力電圧Vm、モータ電流MCRT2、トルク指令値TR2およびモータ回転数MRN2に基づいて、上述した方法により信号PWMI21を生成し、その生成した信号PWMI21をインバータ31へ出力する。

【0170】

さらに、制御装置30Bは、インバータ14（または31）が交流モータM1（またはM2）を駆動するとき、直流電圧Vb、出力電圧Vm、モータ電流MCRT1（またはMCRT2）、トルク指令値TR1（またはTR2）、およびモータ回転数MRN1（またはMRN2）に基づいて、昇圧コンバータ12のNP NトランジスタQ1, Q2をスイッチング制御するための信号PWMUを生成し、その生成した信号PWMUを昇圧コンバータ12へ出力する。

【0171】

そうすると、昇圧コンバータ12は、信号PWMUに応じて、直流電源Bからの直流電圧Vbを昇圧し、その昇圧した直流電圧をノードN1, N2を介してコ

ンデンサC2に供給する。そして、インバータ14は、コンデンサC2によって平滑化された直流電圧を制御装置30Bからの信号PWMI11によって交流電圧に変換して交流モータM1を駆動する。また、インバータ31は、コンデンサC2によって平滑化された直流電圧を制御装置30Bからの信号PWMI21によって交流電圧に変換して交流モータM2を駆動する。これによって、交流モータM1は、トルク指令値TR1によって指定されたトルクを発生し、交流モータM2は、トルク指令値TR2によって指定されたトルクを発生する。

【0172】

また、電圧変換装置100Bが搭載されたハイブリッド自動車または電気自動車の回生制動時、制御装置30Bは、外部ECUから信号RGEを受け、その受けた信号RGEに応じて、信号PWM13, 23を生成してそれぞれインバータ14, 31へ出力し、信号PWMDを生成して昇圧コンバータ12へ出力する。

【0173】

そうすると、インバータ14は、交流モータM1が発電した交流電圧を信号PWM13に応じて直流電圧に変換し、その変換した直流電圧をコンデンサC2を介して昇圧コンバータ12へ供給する。また、インバータ31は、交流モータM2が発電した交流電圧を信号PWM23に応じて直流電圧に変換し、その変換した直流電圧をコンデンサC2を介して昇圧コンバータ12へ供給する。そして、昇圧コンバータ12は、コンデンサC2からの直流電圧をノードN1, N2を介して受け、その受けた直流電圧を信号PWMDによって降圧し、その降圧した直流電圧を直流電源Bに供給する。これにより、交流モータM1またはM2によって発電された電力が直流電源Bに充電される。

【0174】

さらに、制御装置30Bは、上述した方法により昇圧コンバータ12の故障を検出し、交流モータM1におけるエネルギー P_m に基づいて交流モータM1が力行モードにあるか回生モードにあるかを判定する。そして、制御装置30Bは、交流モータM1が力行モードにあるとき、交流モータM2の発電量 P_g2 が交流モータM1の消費エネルギー P_m1 以下になるように交流モータM2を制御し、交流モータM1が回生モードにあるとき、交流モータM1の発電量 P_g1 が交流

モータ M2 の消費エネルギー P_{m2} 以下になるように交流モータ M1 を制御する。

【0175】

これによって、昇圧コンバータ 12 が故障してもコンデンサ C2 に耐電圧以上の電圧が印加されるのを防止できる。

【0176】

なお、この発明による故障処理方法は、図 12 に示すフローチャートに従って昇圧コンバータ 12 の故障を検出し、交流モータ M1 における発電量 P_{g1} を交流モータ M2 における消費エネルギー P_{m2} 以下に制御し、または交流モータ M2 における発電量 P_{g2} を交流モータ M1 における消費エネルギー P_{m1} 以下に制御する故障処理方法である。

【0177】

また、モータトルク制御手段 301B における故障処理の制御は、実際には CPU によって行なわれ、CPU は、図 12 に示すフローチャートの各ステップを備えるプログラムを ROM から読出し、その読出したプログラムを実行して図 12 に示すフローチャートに従って昇圧コンバータ 12 の故障処理を制御する。したがって、ROM は、図 12 に示すフローチャートの各ステップを備えるプログラムを記録したコンピュータ (CPU) 読取り可能な記録媒体に相当する。

【0178】

さらに、交流モータ M1, M2 は、「電気負荷 (第 1 および第 2 の電気負荷を含む)」を構成する。

【0179】

その他は、実施の形態 1 と同じである。

実施の形態 3 によれば、電圧変換装置は、昇圧コンバータが故障したとき、2 つの交流モータのうち、一方の交流モータの発電量が他方の交流モータの消費エネルギー以下になるように制御する制御装置を備えるので、インバータの入力側に設けられたコンデンサに耐圧以上の電圧が印加されるのを防止できる。

【0180】

なお、上述の実施の形態に記載した内容以外にも、この発明は、種々のハイブ

リッド自動車または電気自動車に適用できることは言うまでもない。たとえば、コンデンサ C2 に対して複数のインバータおよびモータを並列に接続し、それぞれのモータ（あるいはモータジェネレータ）を独立に駆動するようにしてもよい。この場合、1つのモータを後輪駆動用に用い、他のモータを前輪駆動用に用いてもよい。また、遊星ギア機構を用いたハイブリッド自動車としては、1つのモータジェネレータを遊星ギア機構のサンギアに接続し、エンジンを遊星ギア機構のキャリアに接続し、もう1つのモータジェネレータをリングギアに接続するものも公知であるが、この発明は、このようなハイブリッド自動車にも適用できる。

【0181】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内のすべての変更が含まれることが意図される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施の形態1による電圧変換装置の概略ブロック図である。

【図2】 図1に示す制御装置の機能ブロック図である。

【図3】 図2に示すモータトルク制御手段の機能を説明するための機能ブロック図である。

【図4】 実施の形態1における昇圧コンバータの故障処理の動作を説明するためのフローチャートである。

【図5】 実施の形態2による電圧変換装置の概略ブロック図である。

【図6】 図5に示す制御装置の機能ブロック図である。

【図7】 図6に示すモータトルク制御手段の機能を説明するための機能ブロック図である。

【図8】 実施の形態2における昇圧コンバータの故障処理の動作を説明するためのフローチャートである。

【図9】 実施の形態3による電圧変換装置の概略ブロック図である。

【図10】 図9に示す制御装置の機能ブロック図である。

【図 1 1】 図 1 0 に示すモータトルク制御手段の機能を説明するための機能ブロック図である。

【図 1 2】 実施の形態 3 における昇圧コンバータの故障処理の動作を説明するためのフローチャートである。

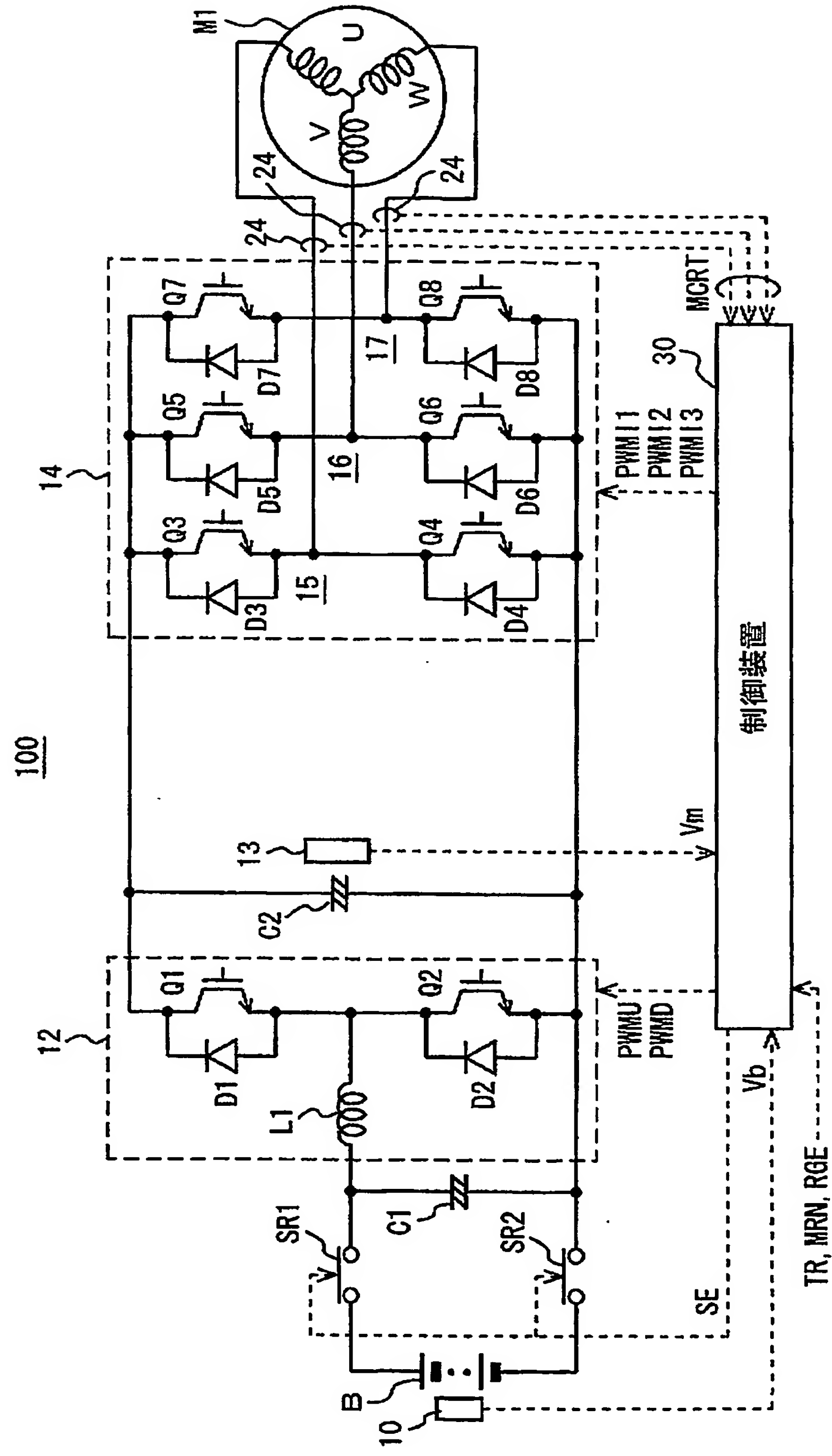
【図 1 3】 従来の電気装置の概略ブロック図である。

【符号の説明】

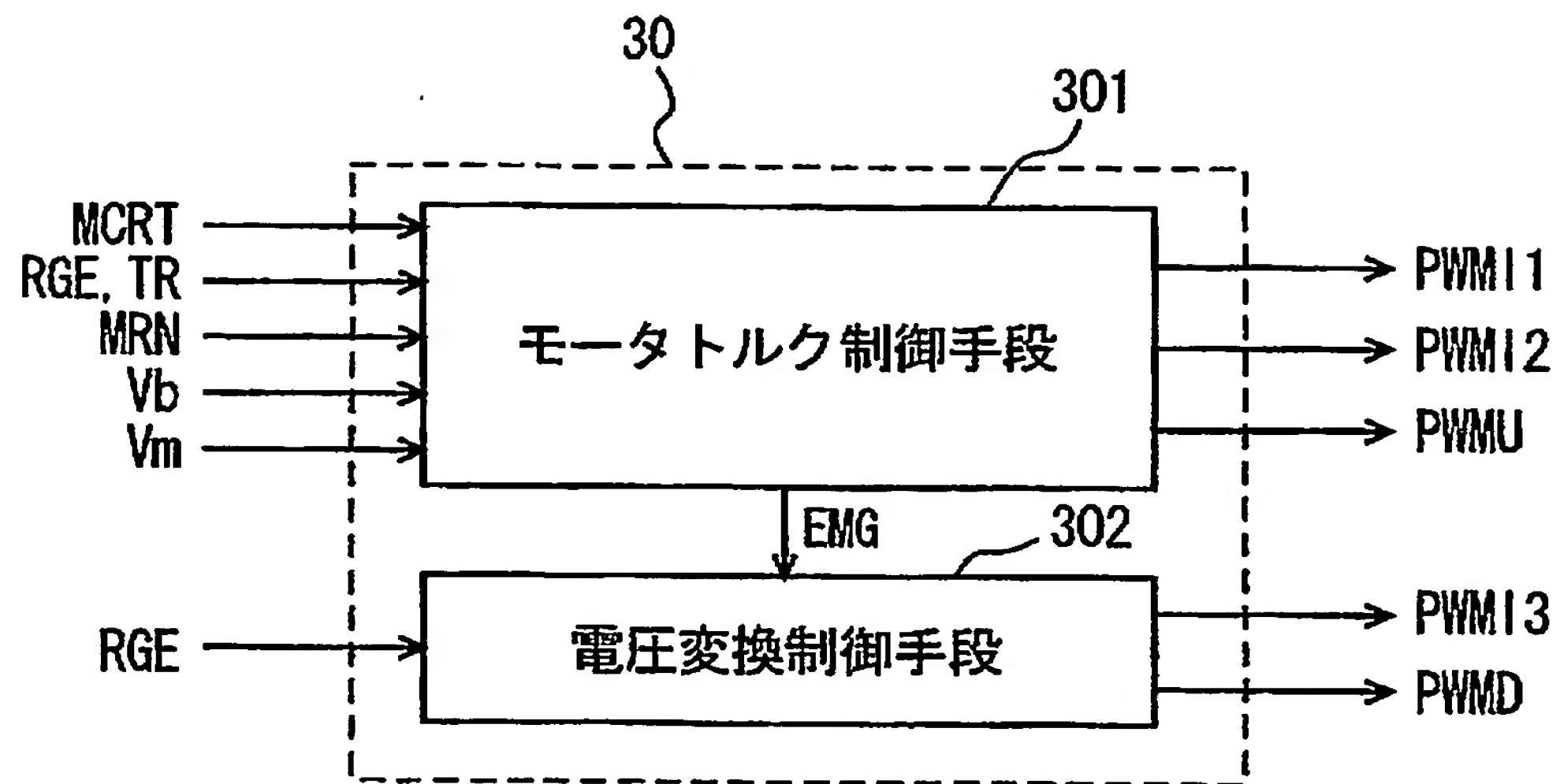
10, 13 電圧センサー、12 昇圧コンバータ、14, 31, 330 インバータ、15, 343 U相アーム、16, 344 V相アーム、17, 345 W相アーム、24, 25, 28 電流センサー、30, 30A, 30B 制御装置、40, 40A モータ制御用相電圧演算部、42 インバータ用PWM信号変換部、50 インバータ入力電圧指令演算部、52 コンバータ用デューティ比演算部、54 コンバータ用PWM信号変換部、55 エンジン、56, 56B 判定部、58, 58A 演算部、60, 60A 制御部、65 エンジンECU、100, 100A, 100B 電圧変換装置、300 電気装置、301, 301A, 301B モータトルク制御手段、302, 302A 電圧変換制御手段、311 バイパスライン、312 リレー、320 昇圧チョッパ、350 電気装置本体、360 界磁コントローラ、363 ベースアンプ、B, 310 直流電源、SR1, SR2 システムリレー、C1, C2, 326 コンデンサ、L1, 321 リアクトル、322, 323, 331~336 MOSトランジスタ、Q1~Q8, 362 NPNトランジスタ、D1~D14, 324, 325, 337~342, 361 ダイオード、M1, M2 交流モータ、G1 発電機。

【書類名】 図面

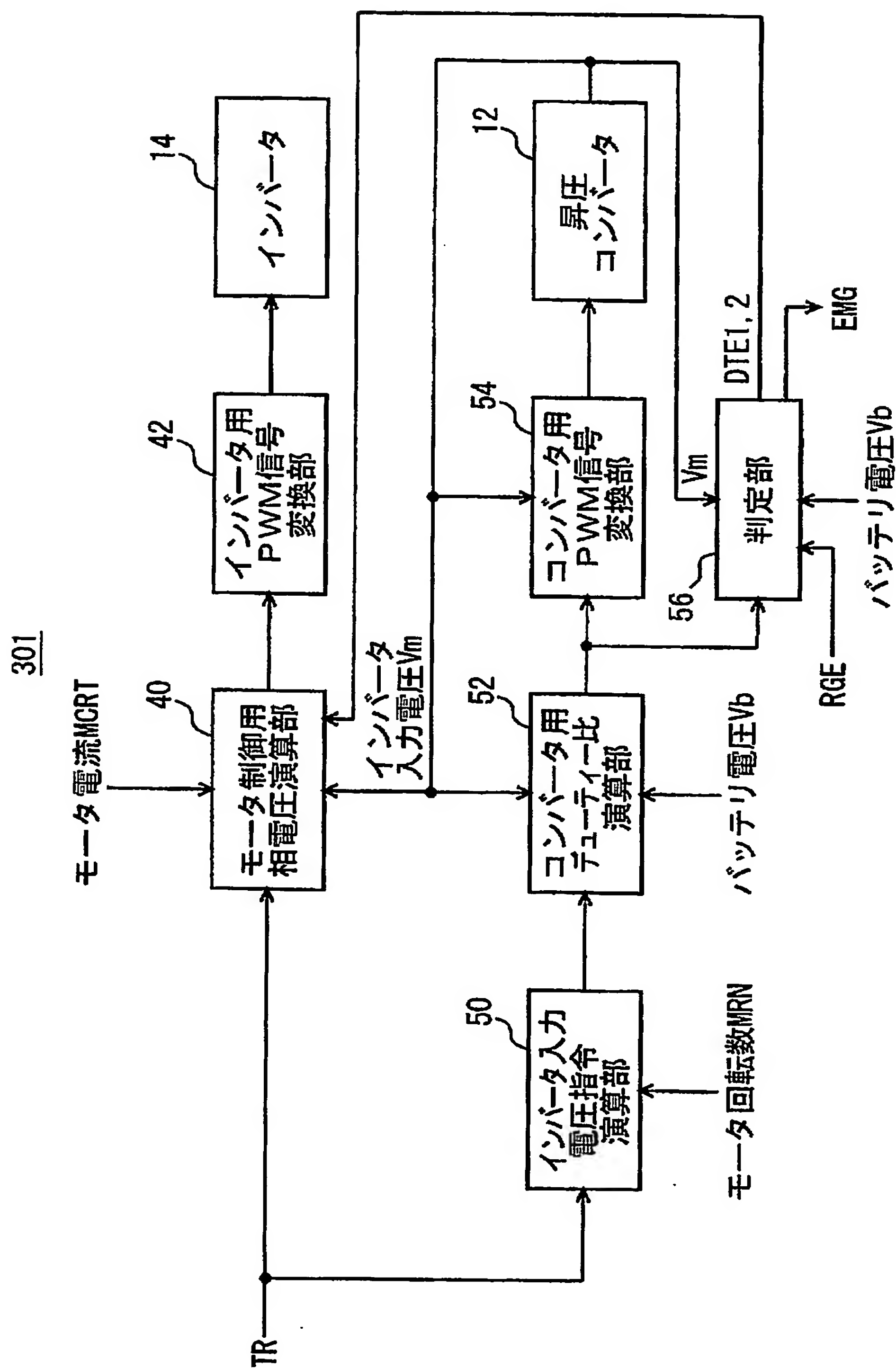
【図 1】



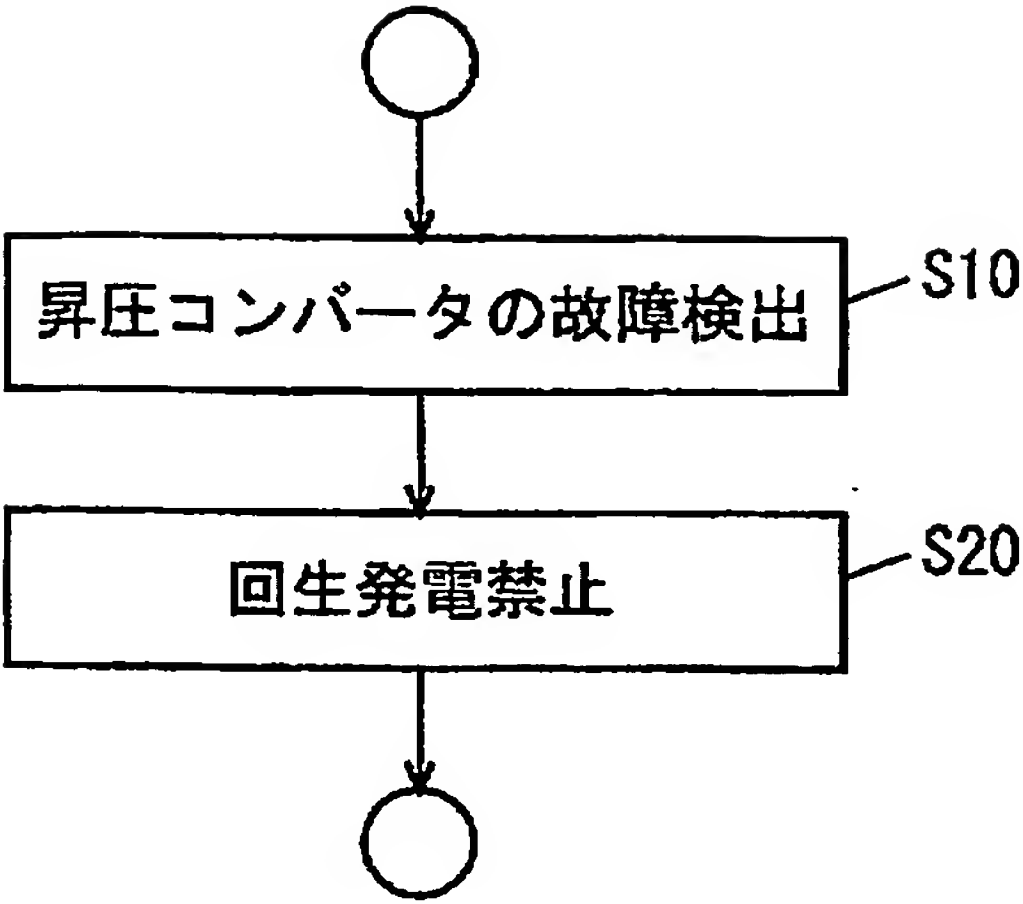
【図 2】



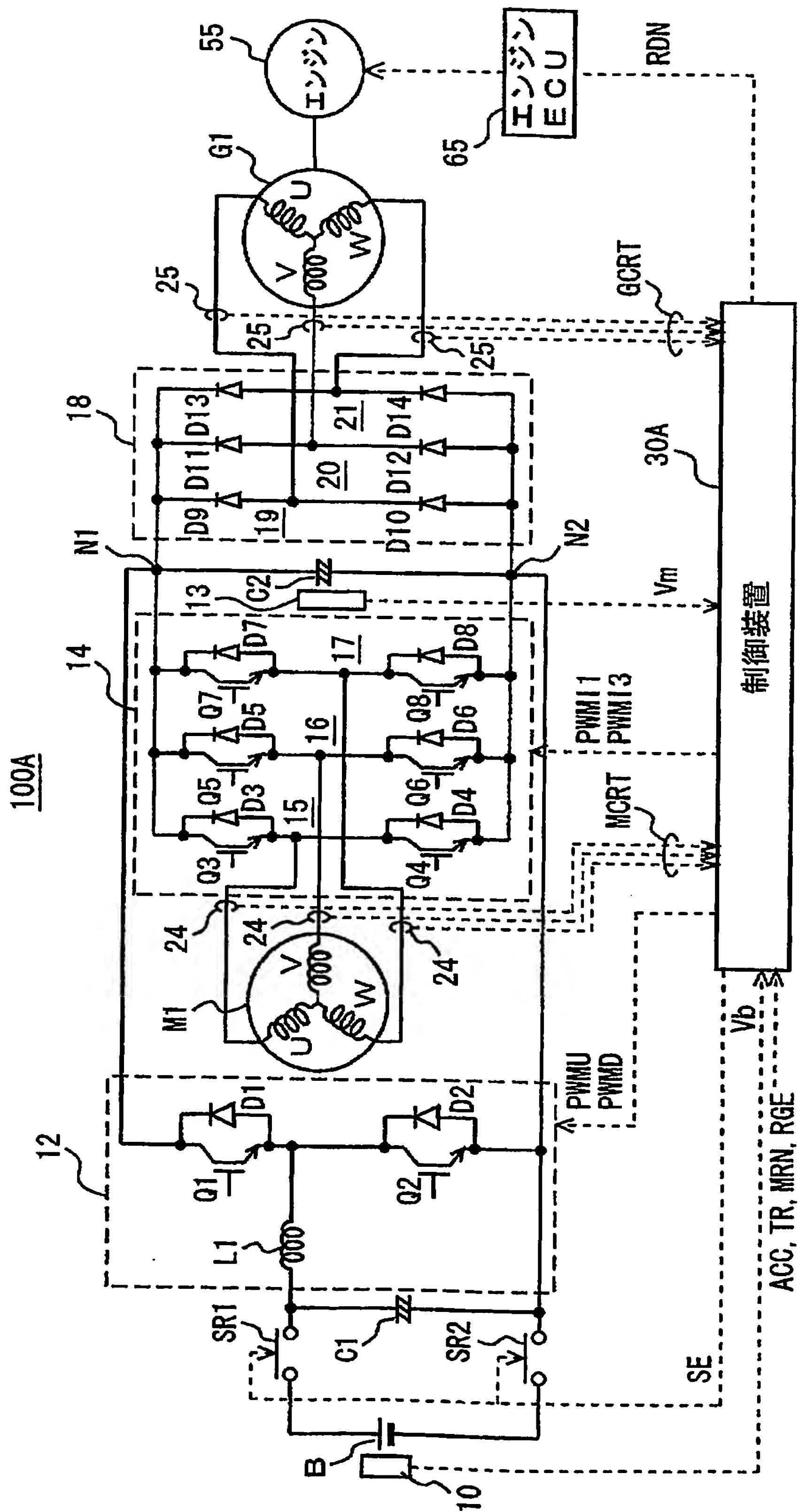
【図 3】



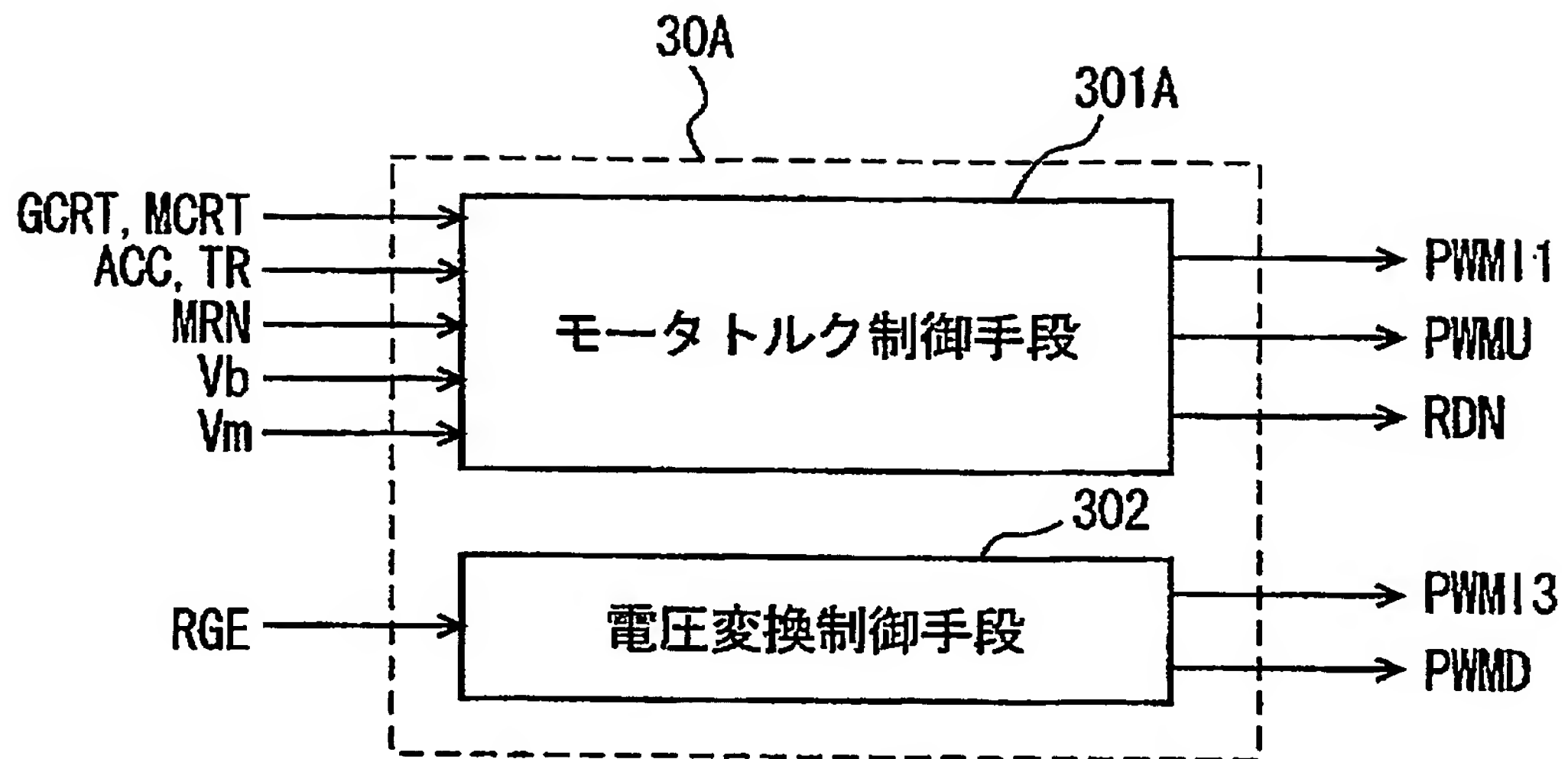
【図 4】



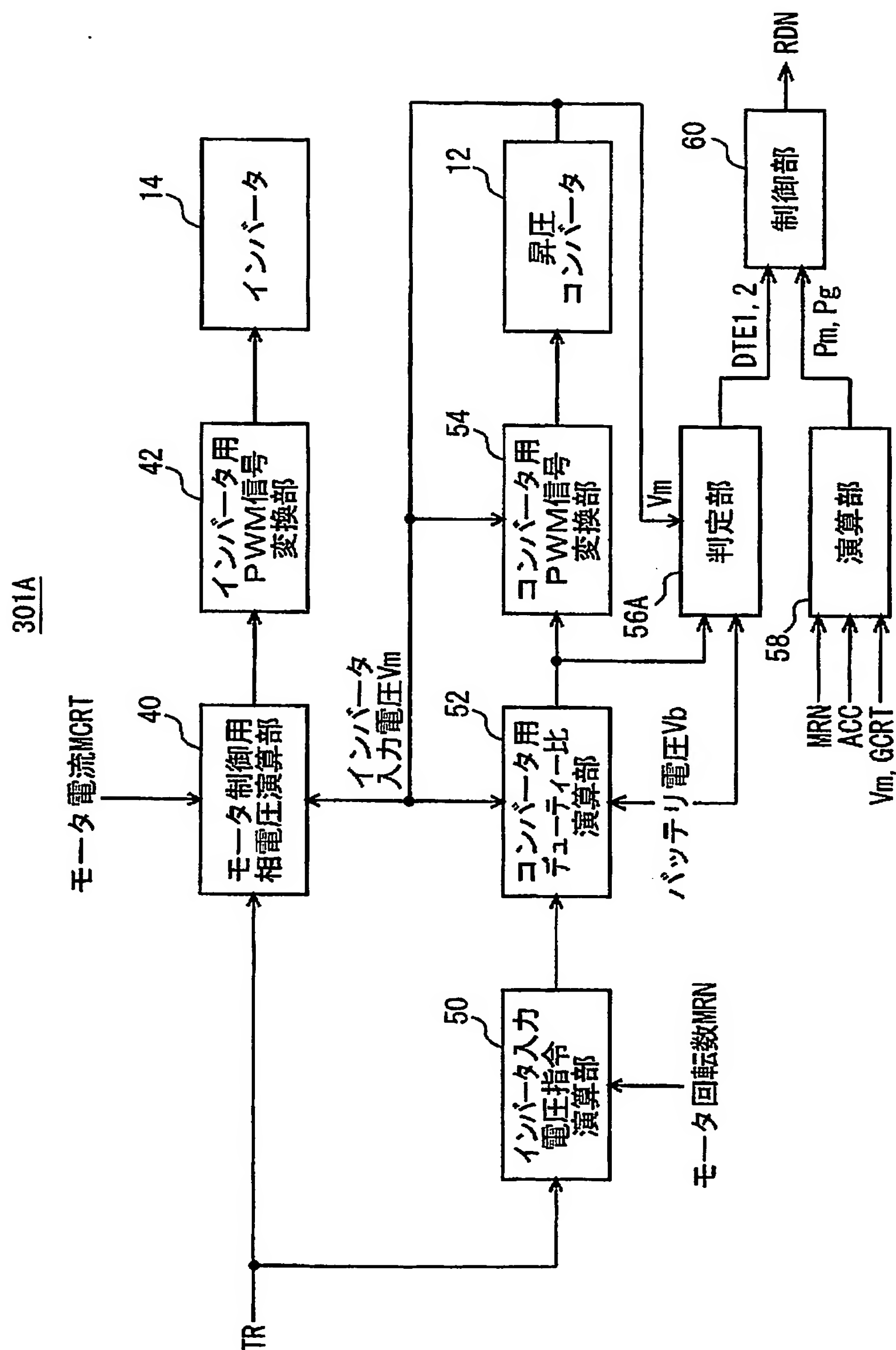
【図 5】



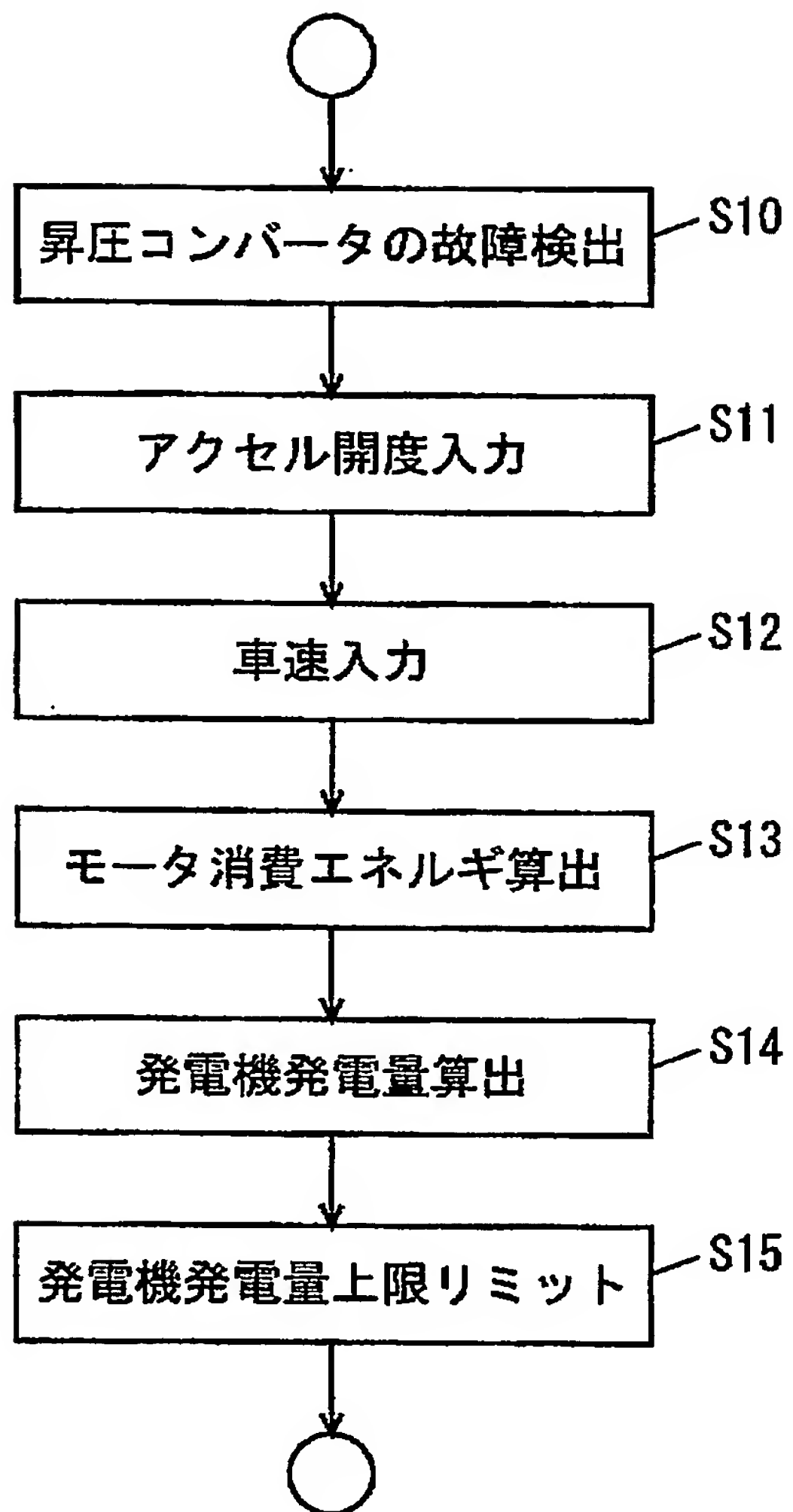
【図 6】



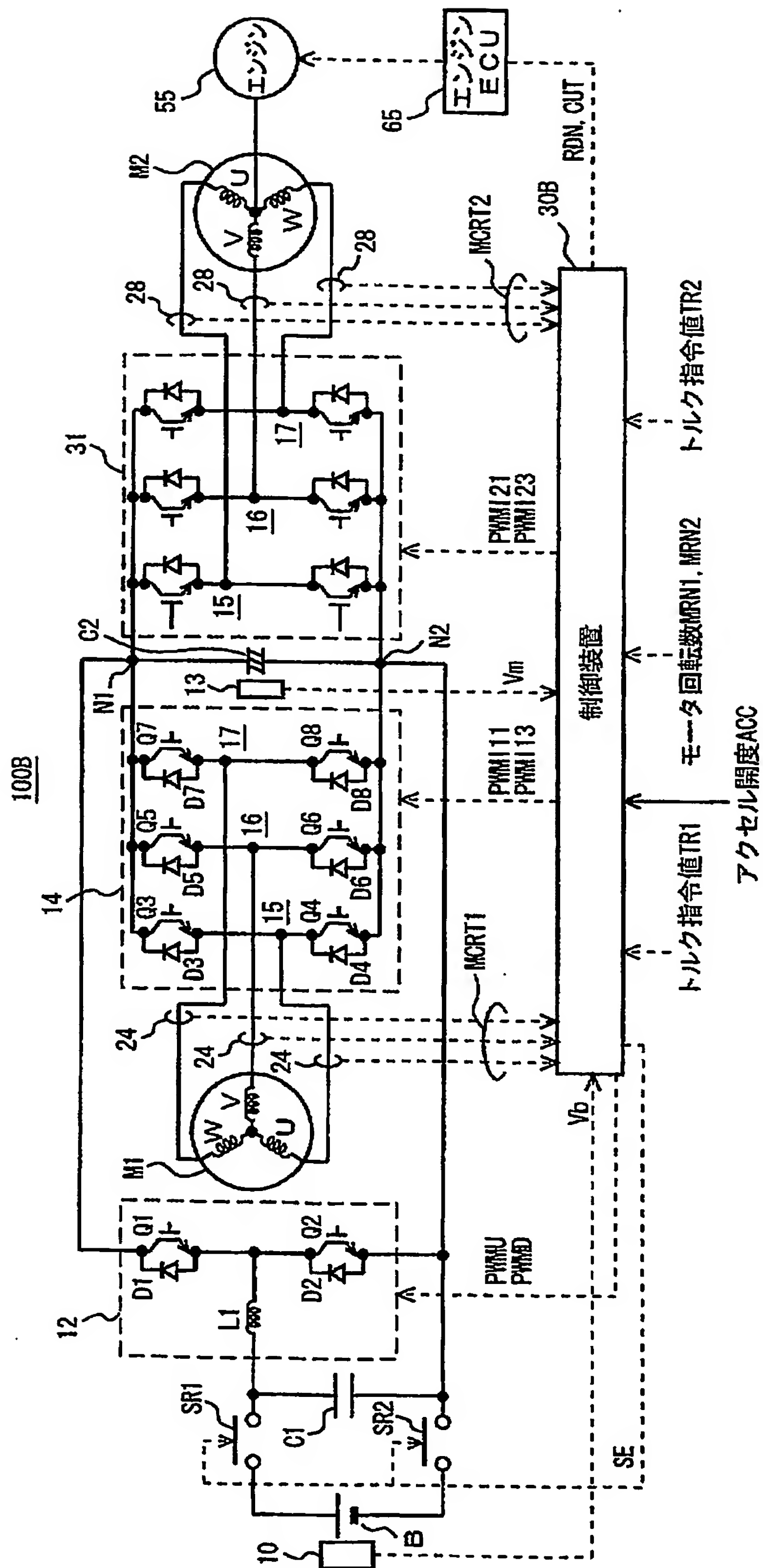
【図 7】



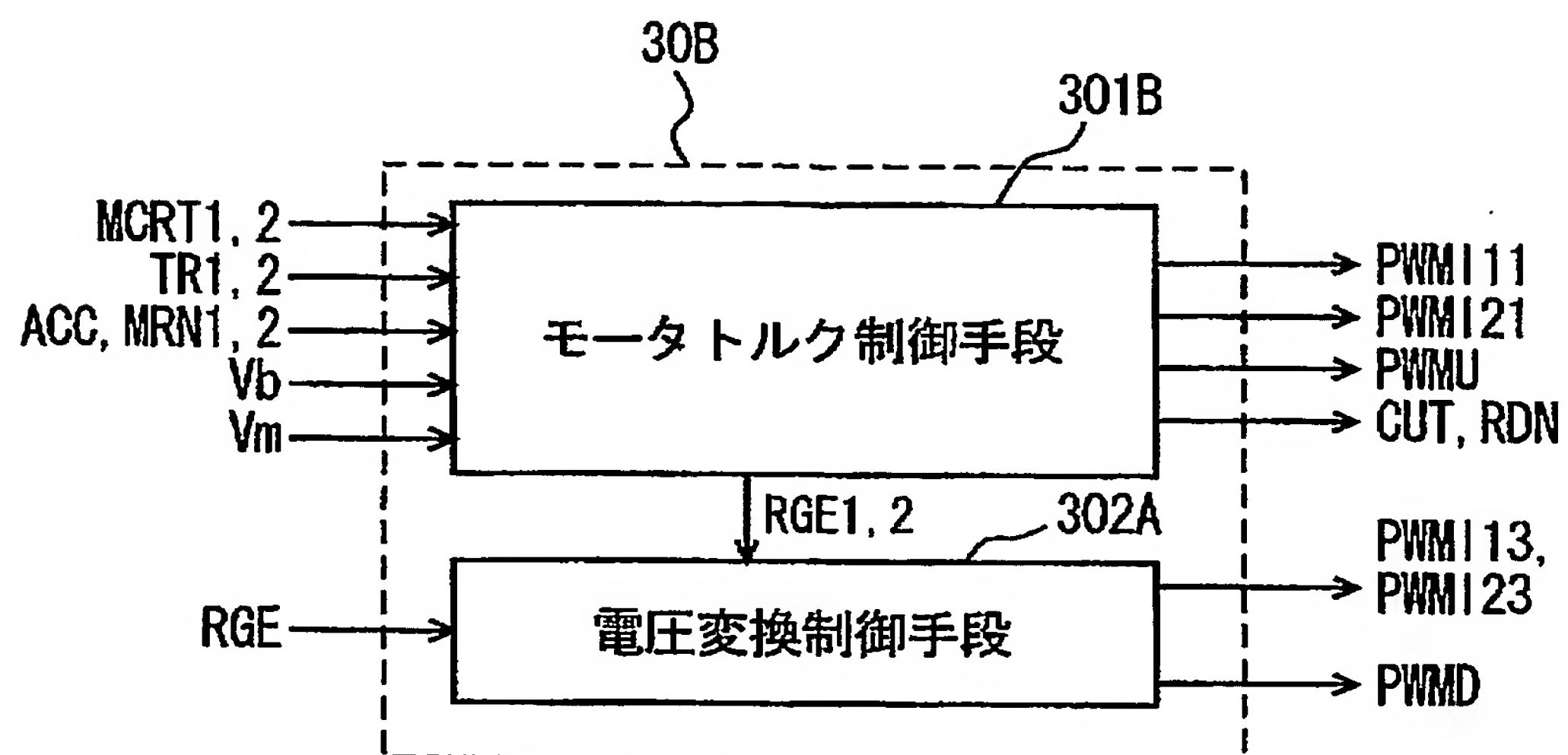
【図 8】



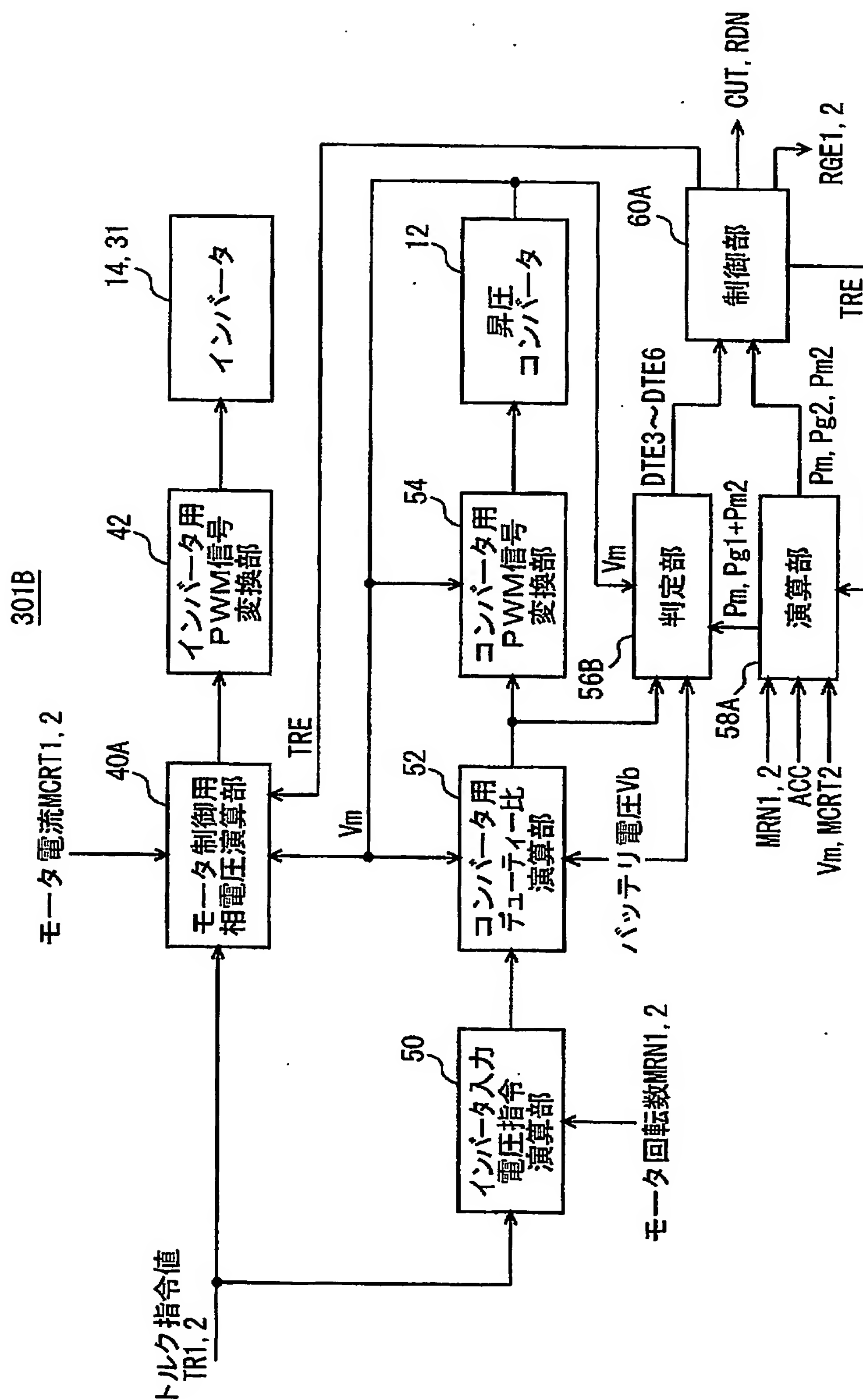
【圖 9】



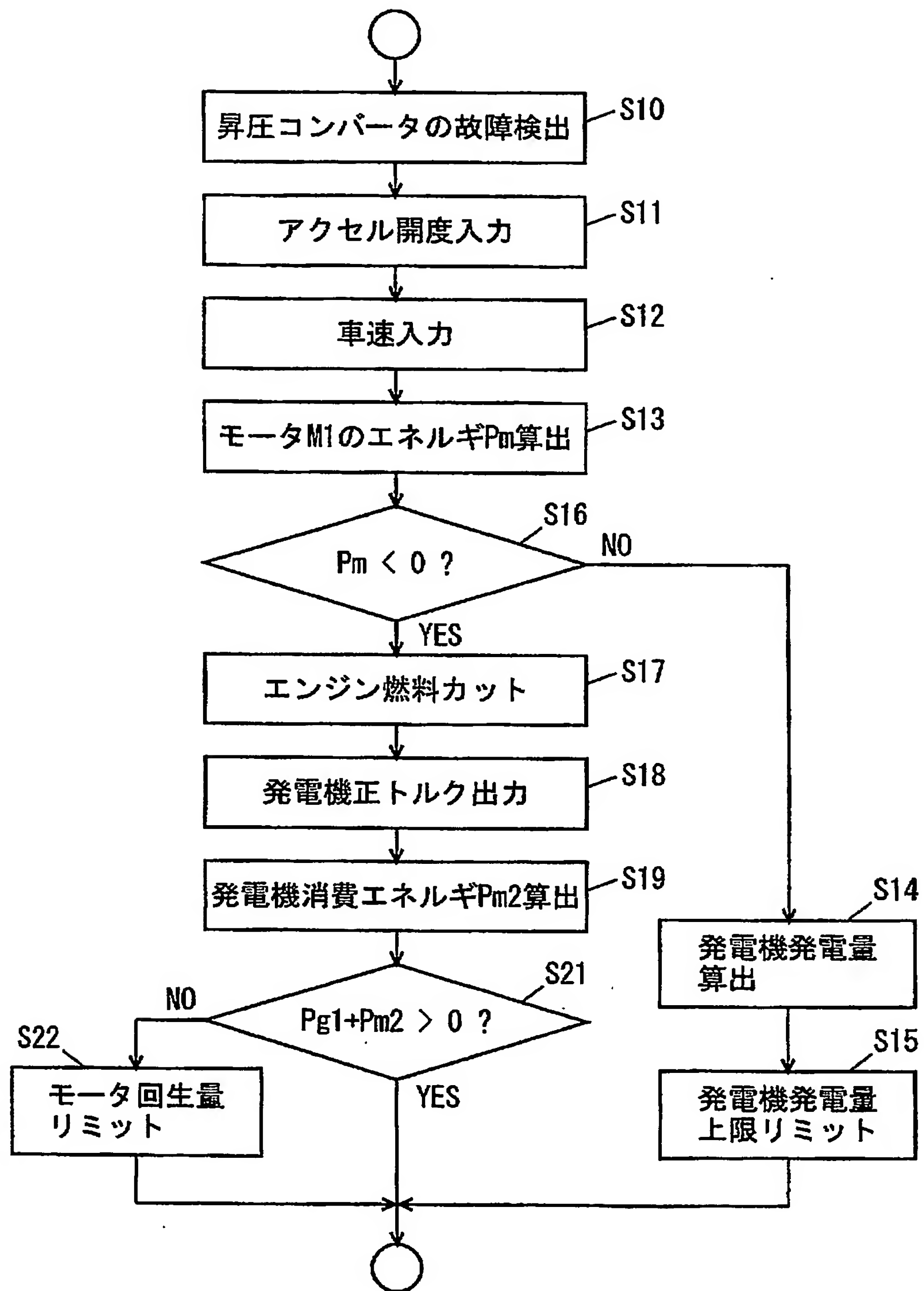
【図 10】



【図 11】

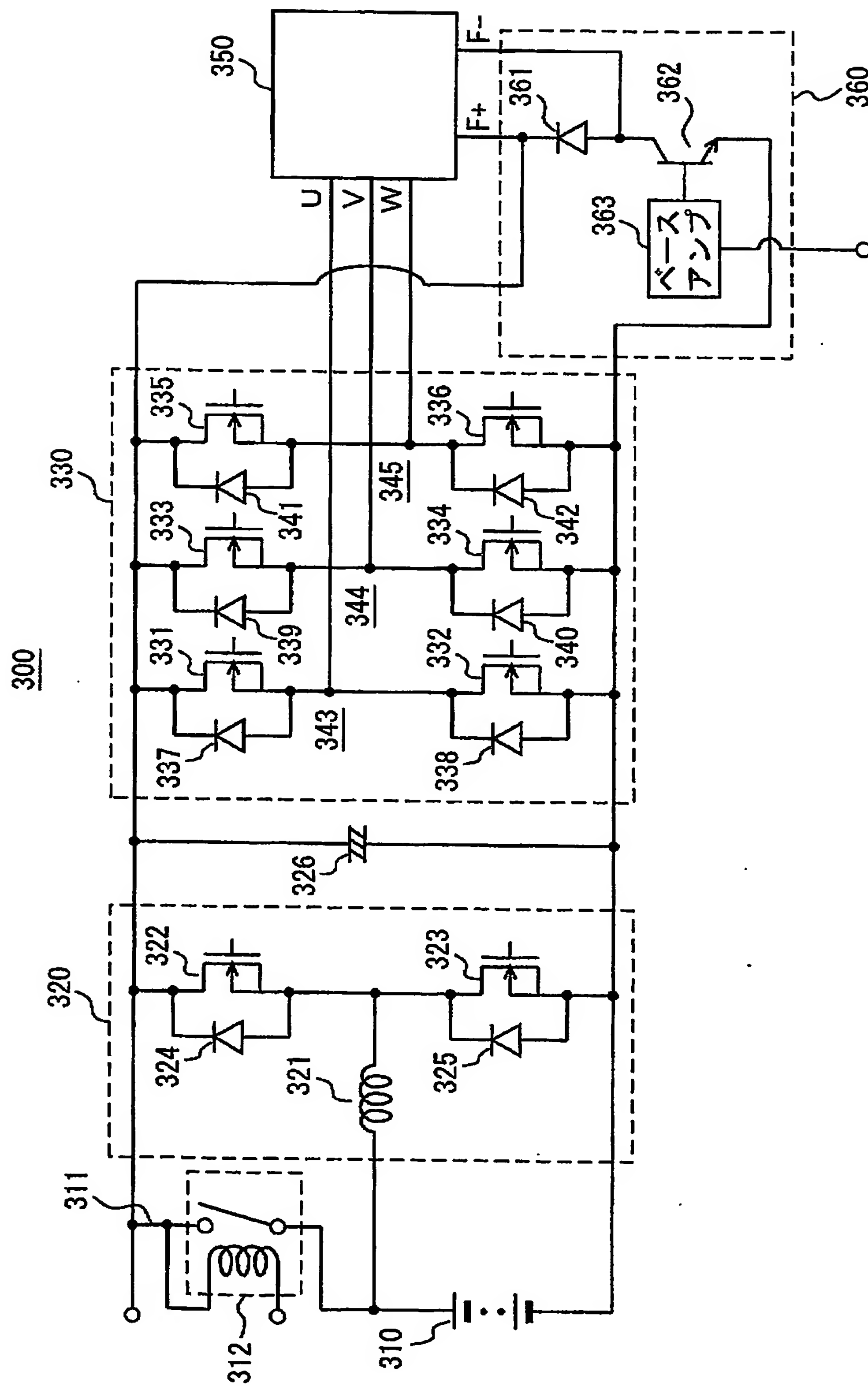


【図 12】





【図 13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 インバータの入力側に挿入されるコンデンサの耐電圧性能を向上させることなく、昇圧コンバータの故障処理が可能な電圧変換装置を提供する。

【解決手段】 制御装置 30 は、電圧センサー 10 からの直流電圧 V_b と、電圧センサー 13 からの出力電圧 V_m と、NPN トランジスタ Q_1 , Q_2 をスイッチング制御するときのデューティ比とに基づいて昇圧コンバータ 12 が故障しているか否かを検出する。そして、制御装置 30 は、昇圧コンバータ 12 の故障を検出すると、交流モータ M_1 の回生発電を禁止するようにインバータ 14 および交流モータ M_1 を制御する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 0 4 2 2 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 2 0 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町1番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社